

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

А. П. Шведов
И. П. Шведов

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Практические занятия

Учебно-методический комплекс для студентов специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
и слушателей ИПК УО « ПГУ » специальности 1-70 02 71
«Промышленное и гражданское строительство»

Новополоцк
ПГУ
2011

УДК 690(075.8)

ББК 38я73

ШЗ4

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией
инженерно-строительного факультета
в качестве учебно-методического комплекса (протокол № 3 от 31.01.2011)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

директор Новополоцкого филиала УП
«Институт Витебскгражданпроект» Н. М. ДРАГУНОВ;
проректор по ремонту, капитальному строительству
и благоустройству УО «ПГУ» В. С. ЛЕВИН

Шведов, А. П.

ШЗ4

Организация строительного производства. Практические занятия : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и слушателей ИПК УО « ПГУ» специальности 1-70 02 71 «Промышленное и гражданское строительство» / А. П. Шведов, И. П. Шведов. – Новополоцк : ПГУ, 2011. – 168 с.

ISBN 978-985-531-194-3.

Изложены методики расчета основных документов ПОС и ППР (календарного плана и стройгенплана), а также методы решения оптимизационных задач по проектированию потока и календарного планирования.

Поможет в приобретении навыков составления организационно-технологической документации, необходимых в работе инженера-строителя.

Предназначен для студентов очной и заочной форм обучения, а также слушателей ИПК.

УДК 690(075.8)

ББК 38я73

ISBN 978-985-531-194-3

© Шведов А. П., Шведов И. П., 2011

© УО «Полоцкий государственный университет», 2011

ВВЕДЕНИЕ

В процессе изучения курса «Организация строительного производства» много времени отводится проведению практических занятий, на которых студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время изучения лекционного курса, а также в результате самостоятельной работы.

Материал представлен для оказания помощи студентам, а также молодым специалистам в решении различных задач организации строительного производства. В учебно-методическом комплексе значительное место отведено решению специальных задач по применению поточных методов и методов сетевого моделирования, позволяющих принимать оптимальные решения. Приведены задачи по основным разделам курса «Организация строительного производства», что позволяет использовать учебно-методический комплекс для занятий со студентами различных специальностей. В начале каждой темы даются методические указания по решению задач, рассматривается пример решения конкретной задачи. В целях повышения эффективности учебного процесса во многих темах наряду с типовой задачей приведены также и различные ее варианты.

Решая задачи, студенты смогут овладеть техникой разработки календарных планов производства работ в составе проекта производства работ, а также проектирования строительного генерального плана. Кроме этого, студенты получат навыки расчета технико-экономических показателей для сравнения вариантов организационно-технологических решений.

При разработке тем учтены требования регламентирующих документов, действующих в строительстве.

Учебно-методический комплекс предназначен для студентов очной и заочной форм обучения, а также слушателей ИПК.

ЗАНЯТИЕ 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

1. Понятие нормативной продолжительности строительства объектов.
2. Метод интерполяции.
3. Метод экстраполяции.
4. Решение задач.

Продолжительность строительства предприятий, зданий и сооружений охватывает период от даты начала выполнения внутриплощадочных подготовительных работ, состав которых установлен проектом организации строительства (ПОС) с учетом требований ТКП 45-1.03-161-2009 и конкретных условий строительства объекта, до даты ввода объекта в эксплуатацию.

Для определения максимально допустимой продолжительности нового строительства предприятий, зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, их очередей и пусковых комплексов, при разработке проектной документации, а также при обосновании инвестиций в строительство, заявлении на торгах по выбору подрядчика и заключении договоров строительного подряда используют:

1. ТКП 45-1.03-122-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений. Основные положения.
2. ТКП 45-1.03-123-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов здравоохранения и образования.
3. ТКП 45-1.03-124-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов культуры и спорта.
4. ТКП 45-1.03-125-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов агропромышленного комплекса.
5. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.

Продолжительность строительства объектов, не приведенных в действующих ТНПА, рассчитывается в ПОС по объектам-аналогам, построенным с применением прогрессивных методов организации и технологии строительного производства, или по объектам, близким по показателям объема, мощности, площади, назначению, сходных объемно-планировочных и конструктивных решений, примерно равной сметной стоимости.

Комплекс внутриплощадочных подготовительных работ должен выполняться до начала производства основных работ и включает в себя работы, связанные с освоением строительной площадки, обеспечивающие ритмичное ведение строительного производства. Дата начала строительства

оформляется заказчиком и подрядчиком актом установления даты начала строительства объекта по форме (ТКП 45-1.03-122-2008, приложение А). Дата ввода объекта в эксплуатацию определяется на основании акта приемки объекта, законченного строительством (СНБ 1.03.04, приложение А).

Нормы продолжительности строительства объектов определены в месяцах и устанавливают общую продолжительность строительства объекта, подготовительного периода, монтажа оборудования, включая индивидуальные испытания, комплексное опробование и необходимые пусконаладочные работы.

Нормативную продолжительность строительства объекта определяют по таблицам норм продолжительности строительства объектов, соответствующих ТНПА, с учетом основных характеристик объекта – назначение, конструктивное решение, объем, площадь СМР, мощность, другие показатели.

Продолжительность строительства объектов, мощность, объем или другой показатель которых отличается от значений, приведенных в таблицах норм продолжительности строительства объектов и находится в интервале между ними, определяется методом интерполяции, а за пределами максимальных или минимальных значений норм – методом экстраполяции.

При наличии двух и более показателей, характеризующих объект, интерполяция и экстраполяция производятся исходя из основного показателя объекта по выпуску продукции.

При определении продолжительности строительства методом экстраполяции мощность, объем или другой показатель объекта не должен быть больше удвоенной максимальной или меньше половины минимальной мощности, объема или другого показателя объекта, указанного в таблицах норм продолжительности строительства объектов действующих ТНПА.

Продолжительность строительства объектов, мощность, объем или другой показатель которых больше удвоенной максимальной или меньше половины минимальной мощности, указанной в нормах продолжительности строительства объектов, определяется в ПОС методом ступенчатой (последовательной) экстраполяции.

При расчете продолжительности строительства объектов методами экстраполяции или ступенчатой экстраполяции применяется коэффициент 0,3, учитывающий изменение продолжительности строительства на каждый процент изменения объема или иного показателя.

Нормы продолжительности строительства объектов установлены с учетом выполнения строительно-монтажных работ основными строительными машинами в две смены, остальных работ – в среднем в 1,5 смены. При организации всех работ (согласно ПОС) в две смены следует применять коэффициент 0,9, в три смены – 0,8.

Пример расчета продолжительности строительства объектов методом интерполяции

Объект строительства – завод древесностружечных плит, мощность – 80 тыс. м³ плит в год.

Согласно СНиП 1.04.03-85 имеем (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Нормы продолжительности строительства

Объект	Мощность, тыс. м ³ плит в год	Норма продолжительности строительства (мес.)		
		общая	в том числе	
			подготовительный период	монтаж оборудования
	30	19	2	$\frac{9}{9-17}$
	110	30	5	$\frac{16}{14-29}$

Для определения необходимого срока строительства применяем метод линейной интерполяции.

Определяем продолжительность строительства на единицу прироста объема здания:

$$\frac{30 - 19}{110 - 30} = 0,138 \text{ мес.}$$

Определяем прирост мощности:

$$80 - 30 = 50 \text{ тыс. м}^3 \text{ плит в год.}$$

Нормативная продолжительность строительства T_n завода древесностружечных плит методом интерполяции:

$$19 + 50 \cdot 0,138 = 25,88 \text{ мес.}$$

Принимаем нормативную продолжительность строительства $\approx 25,9$ мес.

Продолжительность подготовительного периода:

$$2 + \frac{50 \cdot (5 - 2)}{80} = 3,875 \approx 4 \text{ мес.}$$

Пример расчета продолжительности строительства объектов методом экстраполяции

Объект строительства – завод древесностружечных плит, мощность – 150 тыс. м³ плит в год.

Для определения необходимого срока строительства применяем метод экстраполяции.

Нормативная продолжительность строительства T_n завода древесностружечных плит, мощность – 110 тыс. м³, составляет 30 мес.

Увеличение мощности составляет:

$$\frac{150-110}{110} \cdot 100 \% = 37 \%$$

Определяем изменение нормы продолжительности строительства, %:
 $37 \cdot 0,3 = 11,1 \%$.

Нормативная продолжительность строительства T_n завода древесностружечных плит, мощность – 150 тыс. м³:

$$30 \cdot \frac{100+11,1}{100} = 33,33 \text{ мес.} \approx 33,5 \text{ мес.}$$

Пример расчета продолжительности строительства объектов методом ступенчатой (последовательной) экстраполяции

Объект строительства – завод древесностружечных плит, мощность – 250 тыс. м³ плит в год.

Нормативная продолжительность строительства T_n завода древесностружечных плит, мощность – 110 тыс. м³, составляет 30 мес.

Определяем нормативную продолжительность строительства завода древесностружечных плит, мощность – 220 тыс. м³ (удвоенное максимальное значение показателя мощности, приведенное в нормах) методом экстраполяции:

$$30 \cdot \frac{100 + (100 \cdot 0,3)}{100} = 39 \text{ мес.}$$

Определяем нормативную продолжительность строительства завода древесностружечных плит, мощность – 250 тыс. м³, методом экстраполяции, исходя из полученной нормативной продолжительности строительства завода древесностружечных плит, мощность – 220 тыс. м³ – 39 мес.

Увеличение мощности составляет:

$$\frac{250-220}{220} \cdot 100\% = 13,6\%$$

Определяем изменение нормы продолжительности строительства, %:
 $13,6 \cdot 0,3 = 4,1 \%$.

Нормативная продолжительность строительства T_n завода древесностружечных плит, мощность – 250 тыс. м³:

$$39 \cdot \frac{100+4,1}{100} = 40,599 \text{ мес.} \approx 40,6 \text{ мес.}$$

Вопросы для самоконтроля

1. С какого по какой момент считается время продолжительности строительства?
2. С какого момента времени отсчитывается дата начала строительства?
3. Какой момент считается окончанием строительства?
4. Какой показатель используют при планировании капитальных вложений по периодам и годам строительства?
5. Какой показатель используют при разработке планов?
6. Какой показатель используют при разработке проекта организации строительства?
7. На основании какого норматива определяется продолжительность строительства новых и расширения действующих предприятий, их очередей, пусковых комплексов, зданий и сооружений производственного и непроизводственного назначения?
8. Как определяется продолжительность строительства новых зданий, которых нет в СНиП и ТКП?
9. Какой комплекс работ должен выполняться до начала производства основных работ?
10. Что включает в себя комплекс внутриплощадочных подготовительных работ?
11. К каким работам относятся работы, связанные с освоением строительной площадки?
12. Выполнение каких работ обеспечивает ритмичное ведение строительного производства?
13. Каким документом оформляется дата начала строительства?
14. Кем составляется акт о начале строительства объекта?
15. На основании чего составляется акт о начале строительства объекта?
16. Что считается датой ввода объекта в эксплуатацию?
17. Что устанавливает норма продолжительности строительства?
18. Чем нормируется продолжительность подготовительного периода?
19. На основе чего определяется продолжительность монтажа оборудования?
20. Как определить продолжительность строительства объекта, основной показатель которого не соответствует указанному в СНиП или ТКП?
21. В каких случаях используется интерполяция?
22. С использованием какого метода определяется продолжительность строительства объекта, основной показатель которого находится между значениями, указанными в СНиП или ТКП?
23. В каких случаях используется экстраполяция?
24. С использованием каких методов определяется продолжительность строительства объекта, основной показатель которого больше приведенного в СНиП или ТКП?
25. С использованием каких методов определяется продолжительность строительства объекта, основной показатель которого меньше приведенного в СНиП или ТКП?
26. Что является основным показателем при определении нормативной продолжительности строительства?
27. На основании чего определяется продолжительность строительства при наличии нескольких показателей?
28. Кем определяется продолжительность строительства новых и расширения действующих объектов?

Исходные данные для самостоятельной работы

Исходные данные для самостоятельной работы приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Нормы продолжительности строительства

Объект	Характеристика	Норма продолжительности строительства (мес.)		
		общая	в том числе	
			подготови- тельный период	монтаж оборудования
1	2	3	4	5
Производство пластификаторов	Мощность, тыс. т/год			
	30	20	2	$\frac{6}{13-18}$
	45	22	3	$\frac{6}{14-19}$
	60	23	3	$\frac{6}{15-20}$
Цех литья	Мощность, тыс. т литья в год (общая площадь цеха, тыс. м ²)			
	1 (5,5)	18	3	$\frac{8}{9-16}$
	2 (6)	20	3	$\frac{9}{10-18}$
	3 (7)	21	3	$\frac{10}{10-19}$
	5 (10)	24	4	$\frac{12}{11-22}$
	8 (15)	28	5	$\frac{14}{13-26}$
Кузнечный цех	Мощность, тыс. т поковок в год			
	20	16	2	$\frac{7}{9-15}$
	30	18	3	$\frac{7}{10-16}$
Универсальный корпус (механо- сборочный) для производства из- делий высокой точности, под- шипников, топ- ливной аппарату- ры и т.д.	50	21	3	$\frac{7}{13-19}$
	Одноэтажный с техн. этажами и подвесными потолками. Об- щая площадь корп., тыс. м ²			
	25	18	3	$\frac{7}{11-17}$
	35	20	3	$\frac{8}{12-19}$
	50	22	4	$\frac{9}{12-20}$

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5
Универсальный корпус (для прес-сового, тяжелого механосборочного, сборочного цехов)	Высота 20 м, без подвала. Грузоподъемность мост. крана – до 50 т, общая площадь корп., тыс. м ²			
	10	14	2	$\frac{7}{6-12}$
	20	18	3	$\frac{8}{9-16}$
	40	21	3	$\frac{10}{10-19}$
	50	23	4	$\frac{11}{11-21}$
	60	26	4	$\frac{13}{12-24}$
Лабораторно-экспериментальный корпус	Многоэтажный. Общая площадь, тыс. м ²			
	12	16	3	$\frac{5}{11-15}$
	25	23	5	$\frac{10}{13-22}$
Инженерно-лабораторный корпус	Многоэтажный с подвалами. Общая площадь корпуса, тыс. м ²			
	10	16	3	$\frac{7}{9-15}$
	15	19	3	$\frac{8}{11-18}$
	20	22	4	$\frac{8}{14-21}$
Опытно-экспериментальная база	Одноэтажный. Общая площадь корпуса, тыс. м ²			
	10	15	3	$\frac{5}{10-14}$
	15	18	3	$\frac{6}{11-16}$
	20	20	4	$\frac{9}{12-20}$
Экспериментальный цех	Одноэтажный. Общая площадь корпуса, тыс. м ²			
	10	14	3	$\frac{6}{8-13}$
	20	18	4	$\frac{9}{9-17}$

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5
Цех железобетонных конструкций	В составе производств. корпуса, складов, открытых склад. площадок и др. вспомогат. зданий и сооружений. Мощность, тыс. м ³ /г 25 50	15 18	2 2	$\frac{6}{8-13}$ $\frac{8}{9-16}$
Фабрика чулочносочных изделий смешанного ассортимента	Мощность, млн пар изделий в год 15 30 50	24 27 33	4 4 4	$\frac{8}{16-23}$ $\frac{10}{17-26}$ $\frac{11}{23-32}$
Обувная фабрика	Мощность, млн пар обуви в год 0,5 1,0 2,0	16 18 22	2 2 2	$\frac{5}{10-14}$ $\frac{6}{11-16}$ $\frac{9}{12-20}$
Хлебозавод	Мощность, т хлебобулочных изделий в сутки 20 30 45 65 100 135	12 14 16 18 21 24	1 2 2 2 3 3	$\frac{6}{6-11}$ $\frac{7}{7-13}$ $\frac{7}{9-15}$ $\frac{8}{10-17}$ $\frac{10}{11-20}$ $\frac{11}{13-23}$
Макаронная фабрика	Мощность, тыс. т макаронных изделий в год 12 16 20 30	15 18 21 30	2 3 3 3	$\frac{8}{7-14}$ $\frac{8}{10-17}$ $\frac{10}{11-20}$ $\frac{11}{13-23}$

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5
Комплекс предприятий общественного питания	Двухэтажное, каркас сборный ж.б. Наружные стены панельные, внутренние кирпичные. Число мест (объем, тыс. м ³) 250 (8,5) 400 (11) 500 (13,7)	 10 12 15	 1 2 2	 $\frac{1}{10}$ $\frac{2}{11-12}$ $\frac{3}{13-15}$
Предприятие полуфабрикатов и кулинарных изделий	Мощность переработки сырья в смену, т 3 5 10	 12 15 17	 2 2 3	 $\frac{2}{11-12}$ $\frac{3}{13-15}$ $\frac{3}{15-17}$
Цех механического обезвоживания	Производительность, тыс. м ³ в сутки 40 150 300 600	 14 22 28 36	 2 3 3 4	 $\frac{2}{12-13}$ $\frac{8}{13-20}$ $\frac{11}{11-26}$ $\frac{14}{21-34}$
Здание опытно-экспериментальных установок физического и техн. профиля	Общая площадь, тыс. м ² 3 5 10	 16 22 30	 3 4 5	 $\frac{6}{11-16}$ $\frac{6}{16-21}$ $\frac{6}{23-28}$
Здание вычислительного центра	Общая площадь, тыс. м ² 5 10	 22 26	 4 4	 $\frac{3}{20-22}$ $\frac{6}{21-26}$

ЗАНЯТИЕ 2

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Последовательный метод организации строительного производства.
2. Параллельный метод организации строительного производства.
3. Поточный метод организации строительного производства.

Современные методы организации строительного производства подразделяются на последовательные, параллельные и поточные.

При последовательном методе (рис. 2.1) общая продолжительность строительства объектов или выполнения отдельных работ (T_o) равна произведению времени (t) возведения одного объекта или выполнения одной работы на их количество (N):

$$T_o = tN . \quad (2.1)$$

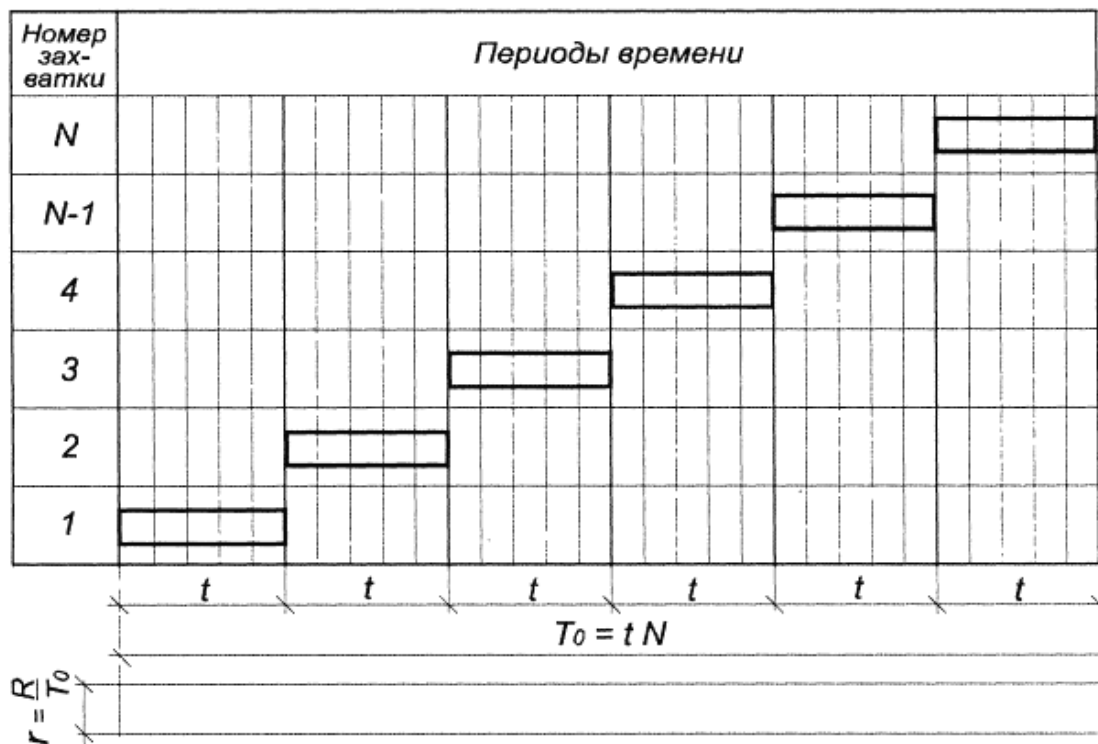


Рис. 2.1. График строительства последовательным методом

В данном случае срок выполнения работ будет максимальным. Интенсивность потребления материально-технических ресурсов (машин, материалов, рабочих кадров) при этом методе является минимальной:

$$Z_1 = \frac{R}{T_0}, \quad (2.2)$$

где R – общие затраты ресурсов на весь объем строительно-монтажных работ.

При этом длительность потребления ресурсов будет максимальной:

$$T_o = \frac{R}{Z_1}. \quad (2.3)$$

Однако при таком методе не предоставляется возможности использовать специализированные бригады, что приводит к снижению качества строительства, и кроме того, при последовательном методе низок коэффициент использования строительной техники.

При параллельном методе (рис. 2.2) все здания возводятся одновременно, срок строительства их соответствует времени сооружения одного объекта. Требуется максимальное количество материально-технических ресурсов:

$$R = rN, \quad (2.4)$$

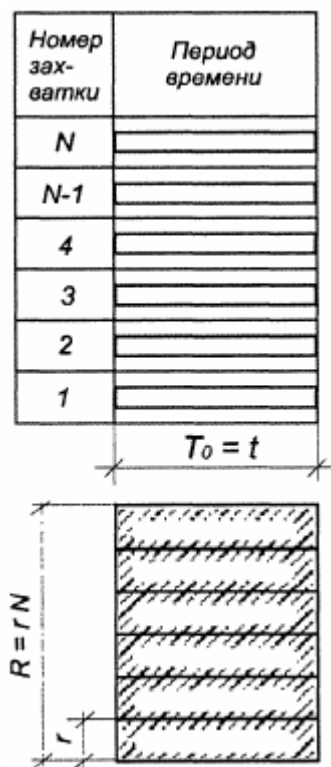


Рис. 2.2. График строительства параллельным методом

где r – потребность ресурсов на одно здание или вид работ.

Это приводит к максимальной концентрации ресурсов всех видов. При производстве работ с использованием параллельного метода, так же как и при последовательном методе, затруднено использование специализированных бригад, неравномерно используется строительная техника. По этим причинам как последовательный, так и параллельный методы организации строительного производства применяются редко.

При поточном методе организации строительного производства (рис. 2.3) работы по возведению зданий и сооружений расчленяются на определенное количество составляющих процессов (устройство фундаментов, возведение стен, перекрытий, производство отделочных работ и др.). Для каждого из них определяют сроки производства работ и осуществляют совместное их выполнение во времени в различных частях здания.

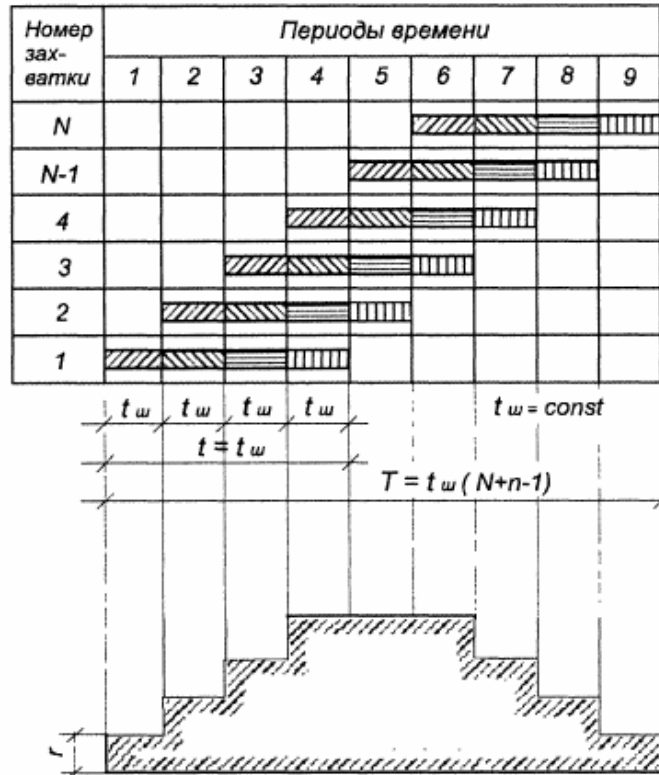


Рис. 2.3. График строительства поточным методом

Разбивка здания на захваты обычно совпадает с различными швами (температурными, осадочными) или с конструктивным делением на секции, этажи и пролеты. При выполнении штукатурных и малярных работ возможно деление по этажам в пределах одной секции. Продолжительность строительства (T) N зданий расчленена на n процессов, определяется по формуле

$$T_0 = (N + n - 1)t, \quad (2.5)$$

где t – время выполнения определенного вида работ или процессов на одной захватке (участке), которое является постоянной величиной.

Производство работ на строительстве N объектов организуется таким образом, чтобы одноименные процессы выполнять на всех объектах последовательно, а разноименные – параллельно.

Задача 1

Время возведения одного жилого дома в крупном городе равно 6,5 месяца. Таких домов 12. Стоимость материалов, конструкций и изделий на весь объем строительного-монтажных работ – 18 млрд руб. Дома возводятся последовательным методом.

Определить общую продолжительность строительства, потребность материалов, конструкций и деталей на один месяц работы и на один дом.

Решение

$$T = Nt = 6,5 \cdot 12 = 78;$$

$$Z_{(1д)} = \frac{R}{T} = \frac{18}{12} = 1,5 \text{ млрд/дом};$$

$$Z_{(1 м)} = \frac{R}{T} = \frac{18}{78} = 0,23 \text{ млрд}.$$

Задача 2

В одном из районов города строится шесть жилых домов, время возведения одного дома – 8 месяцев. Строительных машин и механизмов в управлении механизации – 24 ед.

Определить общую продолжительность строительства домов, потребность машин и механизмов на один месяц и на один дом, длительность использования техники при последовательном методе организации строительства.

Решение

$$T = 6 \cdot 8 = 48;$$

$$Z_{(1 д)} = 24;$$

$$Z_{(1 м)} = 24.$$

Длительность использования ресурсов – 48 месяцев.

Задача 3

Определить потребность в ресурсах при параллельном методе организации строительного производства для вариантов, указанных в таблице.

Варианты для решения задачи 3

№ варианта	Материалы, конструкции и детали, млн руб.	Количество машин и механизмов, шт.	Число работников	Количество возведенных зданий
1	2	3	4	5
1	1200	5	60	20
2	1500	4	55	10
3	1080	7	43	17
4	2000	6	50	18
5	1150	3	37	11

Решение

Вариант 1

$$R_c = 1200 \cdot 20 = 24000 \text{ млн руб.};$$

$$R_m = 5 \cdot 20 = 100 \text{ шт.};$$

$$R_n = 60 \cdot 20 = 1200.$$

Задача 4

Определить общую продолжительность строительства домов, работа по возведению которых разделена на процессы. Время выполнения одного процесса в среднем – 15 дней. Количество процессов и домов задано в таблице.

Данные для решения задачи 4

№ варианта	Количество жилых домов	Число процессов
1	12	6
2	12	7
3	13	8
4	14	9
5	15	6
6	15	7
7	16	9
8	17	10
9	18	10
10	18	14

Решение

Вариант 1

$$T = (N + n - 1) \cdot t = (12 + 6 - 1) \cdot 15 = 255.$$

Задача 5

Строительство группы объектов выполняется за 336 дней. Работы по возведению объекта разбиты на 6 процессов, каждый из которых выполняется за 12 дней. Определить количество возводимых объектов.

Задача 6

Строительство 12 объектов выполнено за 171 день. Работы по возведению объекта разбиты на процессы, длительность которых – 9 дней. Определить количество процессов, применяемых при возведении объекта.

Задача 7

Строительство 15 объектов выполнено за 299 дней. Работы по возведению объектов разбиты на 9 процессов. Определить продолжительность выполнения одного процесса.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие методы организации строительного производства используются в современных условиях?
2. Чему равна общая продолжительность строительства объектов при последовательном методе организации строительного производства?
3. При каком методе организации строительного производства продолжительность строительства группы объектов наибольшая?
4. В какой последовательности производится строительство объектов при параллельном методе организации строительного производства?
5. Чему равен общий срок строительства объектов при параллельном методе организации строительного производства?
6. При каком методе организации строительного производства требуется наибольшее количество ресурсов?
7. При каком методе организации строительного производства используются комплексные бригады?
8. При каком методе организации строительного производства неравномерно используется строительная техника?
9. Какие методы организации строительного производства применяются редко?
10. При каком методе организации строительного производства работы по возведению зданий и сооружений расчленяются на определенное количество составляющих процессов?
11. Как осуществляется выполнение процессов в различных частях здания при поточном методе организации строительного производства?
12. С чем обычно совпадают границы захваток при поточном методе организации строительного производства?
13. От чего зависит общая продолжительность строительства объектов при поточном методе организации строительного производства?
14. В какой последовательности при поточном методе организации строительного производства выполняются одноименные процессы?
15. В какой последовательности при поточном методе организации строительного производства выполняются разноименные процессы?
16. Как организуется производство работ на строительстве N объектов при поточном методе производства работ?

ЗАНЯТИЕ 3

ОСНОВЫ ПОТОЧНОГО МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Условия создания строительного потока.
2. Параметры строительного потока.
 - 2.1. Пространственные параметры.
 - 2.2. Технологические параметры.
 - 2.3. Временные параметры.
3. Организация специализированного потока с одинаковым ритмом работы бригад.

Условия создания строительного потока

Основной задачей расчета потока является определение возможного сокращения продолжительности строительства объекта, которое обеспечило бы наиболее рациональное использование рабочих бригад и механизмов. Все расчеты при этом должны базироваться на реальном количестве ресурсов. Для непрерывного ведения работ необходимо:

- 1) дифференцировать процесс строительства комплекса зданий на простые составляющие процессы в соответствии со специализацией исполнителей;
- 2) осуществить разделение труда исполнителей и закрепление за специализированной бригадой (звеном) соответствующих простых процессов;
- 3) разделить фронт работ на захватки;
- 4) совместить строительные работы во времени в пределах строительной площадки (с учетом технологии работ, охраны труда, местных условий строительства);
- 5) определить очередность включения в поток захваток с учетом минимального срока выполнения всего объема работ.

Параметры строительного потока

Параметры потока выражают его временные, технологические и пространственные характеристики и позволяют определить взаимосвязь между ними.

К технологическим параметрам относятся:

- число потоков (процессов) – n ;

- объем работ (количество выполненной работы в физических единицах измерения) – V ;
- интенсивность (количество продукции, выпускаемое строительным потоком за единицу времени) – I .

К пространственным параметрам потока относится общее количество захваток – N .

К временным параметрам относятся:

- общая продолжительность работ по потоку – T_o ;
- суммарная продолжительность выполнения всех работ на одной захватке – T_1 ;
- суммарная продолжительность работы каждой бригады на всех захватках – $T_{бр}$;
- ритм бригады (продолжительность работы бригады на захватке) – $t_{бр}$;
- шаг потока (промежуток времени между началом работ двух соседних бригад на одной захватке) – $t_{ш}$;
- технологический перерыв между смежными процессами (перерыв, обусловленный требованиями технических условий на производство работ, характером и свойствами применяемых материалов, например, твердение бетона, сушка штукатурки и т.д.) – $t_{тех}$;
- организационный перерыв (перерыв, вызванный необходимостью перемещения рабочих или подготовкой фронта работ для выполнения последующего процесса) – $t_{орг}$;
- период развертывания потока (интервал времени между началом первого и завершающего вида работ по первой захватке) – T_p ;
- период выпуска продукции (время, в течение которого выпускается строительная продукция).

Математическая зависимость между параметрами строительного потока представлена на рис. 3.1.

Продолжительность работ по потоку определяется по формуле

$$T_o = (N + n - 1)t_{ш} + \sum_{i=1}^m t_{пер} . \quad (3.1)$$

Организация специализированного потока с одинаковым ритмом работы бригад (равноритмичный специализированный поток)

Требуется составить график производства работ (линейный, циклограмму), определить общую продолжительность выполненных работ, период развертывания потока и выпуска продукции для специализированного потока по монтажу каркаса здания.

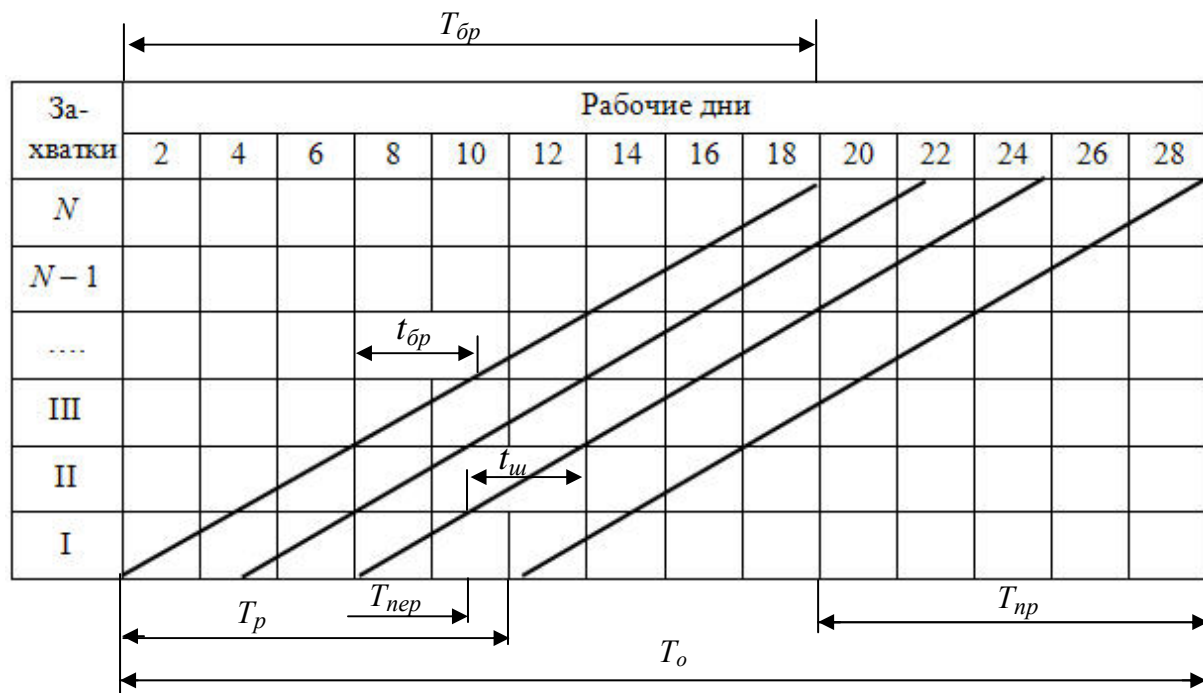


Рис. 3.1. Математическая зависимость между параметрами потока

Исходные данные

1. Состав работ:
 - монтаж фундаментов;
 - монтаж колонн;
 - монтаж подкрановых балок;
 - монтаж ферм и плит покрытия.
2. Число захваток – 6.
3. Ритм работы бригад – 3 дня.

Решение

Шаг потока равен ритму работы бригад: $t_{ш} = 3$ дня.

В специализированный поток входят 4 процесса: $n = 4$.

Период развертывания потока

$$T_n = (n - 1)t_{ш} = (4 - 1) \cdot 3 = 9 \text{ дней}.$$

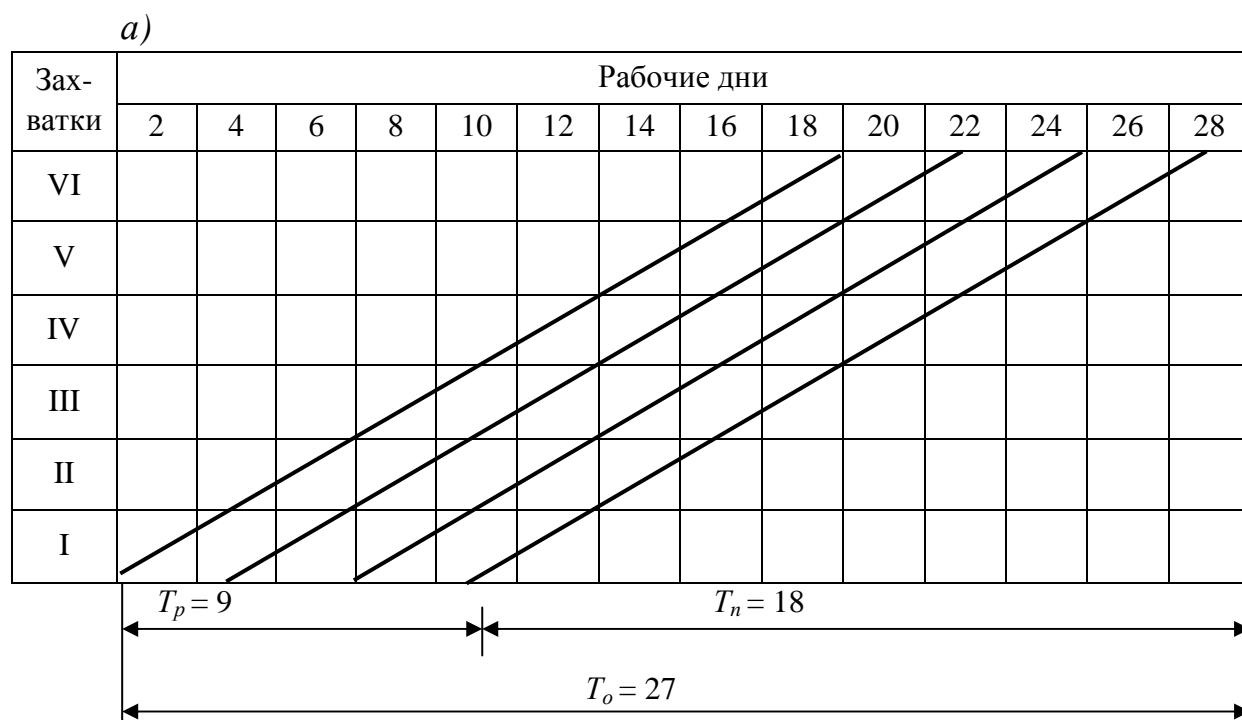
Период выпуска продукции

$$T_n = (N - 1)t_{ш} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ дней}.$$

Общая продолжительность работ по потоку

$$T_o = (N + n - 1)t_{ш} = (6 + 4 - 1) \cdot 3 = 27 \text{ дней}.$$

На рис. 3.2 приведены циклограмма и линейный график специализированного равномерного потока.



б)

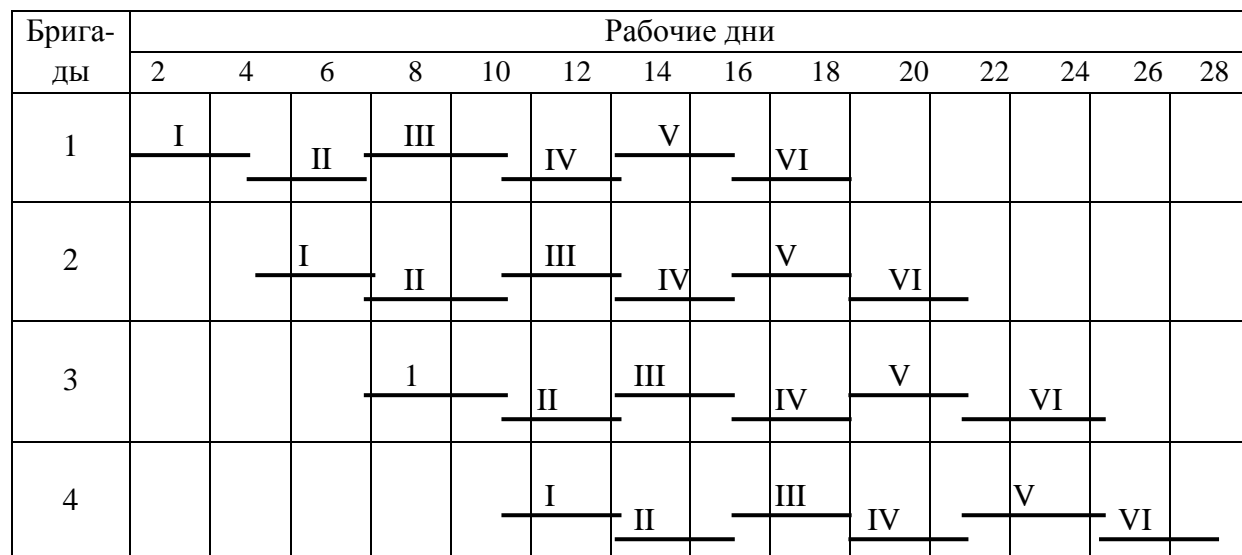


Рис. 3.2. Циклограмма (a) и линейный график (б) специализированного равномерного потока

Вопросы для самоконтроля

1. Основная задача расчета строительного потока.
2. На основе чего определяется возможность сокращения продолжительности строительства объекта, при которой обеспечивается наиболее рациональное использование рабочих бригад и механизмов?
3. На чем должны базироваться все расчеты параметров потока?
4. Что необходимо обеспечить для непрерывного ведения работ?
5. В соответствии с чем дифференцируется процесс строительства комплекса зданий на простые составляющие процессы?
6. Для чего учитывается специализация исполнителей?
7. Для чего разделяется труд исполнителей?
8. Что закрепляется за специализированной бригадой?
9. За кем закрепляются простые процессы?
10. На что разделяется фронт работ?
11. Где производится совмещение выполнения простых строительных процессов?
12. С учетом чего производится совмещение строительных работ?
13. Что планируется с учетом технологии работ, охраны труда, местных условий строительства?
14. С учетом чего определяется очередность включения захваток в поток?
15. Что выражают параметры строительного потока?
16. Что позволяют определить параметры строительного потока?
17. Разновидности параметров строительного потока.
18. Разновидности технологических параметров.
19. Разновидности пространственных параметров.
20. Разновидности временных параметров.
21. К какой разновидности параметров относится число процессов?
22. К какой разновидности параметров относится объем работ?
23. К какой разновидности параметров относится количество захваток?
24. К какой разновидности параметров относится суммарная продолжительность выполнения работ по потоку?
25. К какой разновидности параметров относится суммарная продолжительность выполнения всех работ на одной захватке?
26. К какой разновидности параметров относится суммарная продолжительность работы каждой бригады на всех захватках?
27. К какой разновидности параметров относится ритм бригады?
28. Что такое ритм бригады?
29. Что такое шаг потока?
30. В чем отличие ритма бригады от шага потока?
31. Чем обусловлен технологический перерыв между смежными процессами?
32. Чем обусловлен организационный перерыв между смежными процессами?
33. От чего зависит величина периода выпуска продукции?
34. Что такое период выпуска продукции?
35. От каких параметров зависит продолжительность потока?
36. Какой поток называется равноритмичным?
37. Что характерно для равноритмичного потока?

ЗАНЯТИЕ 4

ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПОТОКА С КРАТНЫМ РИТМОМ РАБОТЫ БРИГАДЫ

1. Условия по организации специализированного потока с кратным ритмом.
2. Построение циклограммы и линейного графика производства работ.
3. Решение задач.

Потоки, у которых ритмы работы каждой бригады постоянны и в то же время не равны, а кратны друг другу, называются кратно-ритмичными потоками.

Условия организации потока с кратным ритмом

При организации потоков с кратными ритмами соблюдают следующие условия:

- ритм потока равен наименьшему из ритмов бригад потока. Причем величина ритма бригады $t_{бр}$ для всех бригад кратна $t_{ш}$ (ритму потока);
- количество бригад, выполняющих один и тот же процесс, равно величине кратности ритма этой бригады ритму потока;
- все формулы для расчета ритмичного потока (с одинаковым ритмом работы бригад) справедливы и для потока с кратным ритмом:

$$T_o = (N + n - 1) \cdot t_{ш} + \sum t_{mex} + \sum t_{орг}. \quad (4.1)$$

Но в данном случае n является суммарным числом бригад, которые заняты на выполнении одинаковых работ.

Построение циклограммы и линейного графика производства работ

Имеются три процесса с длительностью выполнения в днях 2:4:2. Выполнение работ предусмотрено с разбивкой на 4 захватки. Между вторым и третьим процессами необходим технологический перерыв $t_{mex} = 2$ дня.

Шаг потока (наименьшее значение ритма работ бригад) $t_{ш} = 2$, требуемое количество бригад (по значению кратности ритма работы бригад)

$$n = 1 + 2 + 1 = 4.$$

Бригада № 1 начинает выполнение своего процесса на захватке № 1. После завершения выполнения процесса № 1 на данной захватке может начинать работу бригада № 2, выполняя процесс № 2. После завершения

выполнения процесса № 2 на данной захватке через два дня (требуемое время технологического перерыва) может начинать работу бригада № 4, выполняя процесс № 3 (рис. 4.1).

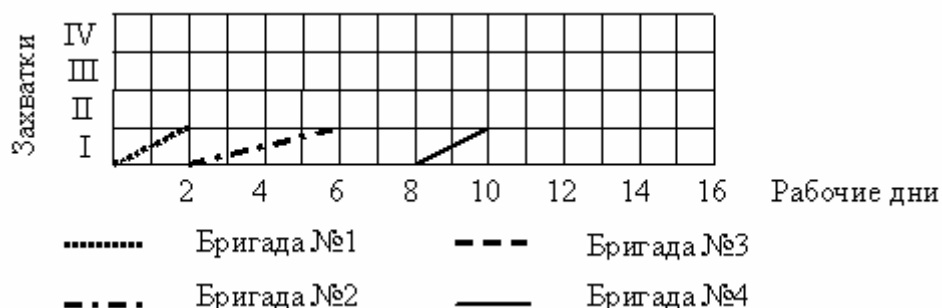


Рис. 4.1. Построение циклограммы выполнения работ на первой захватке

Завершив свою работу на захватке № 1, первая бригада переходит к выполнению задания на захватке № 2. После завершения работ первого процесса на второй захватке открывается фронт работ для выполнения второго процесса, однако бригада № 2 еще занята на выполнении своего задания на первой захватке. Следовательно, для выполнения работ второго процесса на второй захватке задействуем свободную третью бригаду. Через два дня, после завершения работ бригадой № 3 на второй захватке и после выполнения своего задания на захватке № 1 бригада № 4 приступает к выполнению третьего процесса на второй захватке (рис. 4.2).

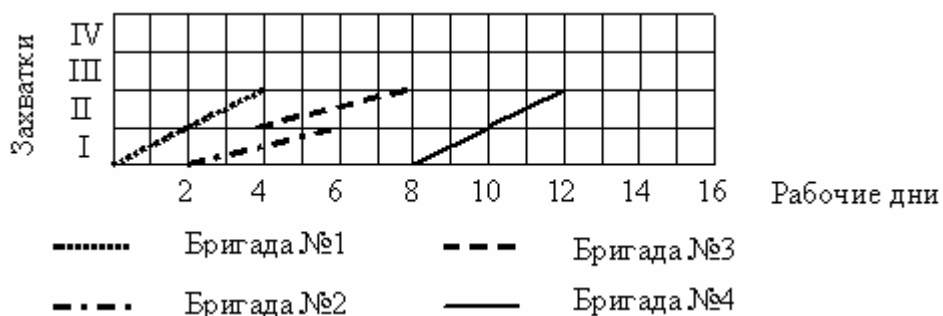


Рис. 4.2. Построение циклограммы выполнения работ на второй захватке

В дальнейшем бригады № 1 и № 4 последовательно выполняют свои процессы, переходя с захватки на захватку. Бригада № 2, выполнив свою работу на захватке № 1, переходит для выполнения работ на захватку № 3, а бригада № 3 с захватки № 2 переходит на захватку № 4 (рис. 4.3).

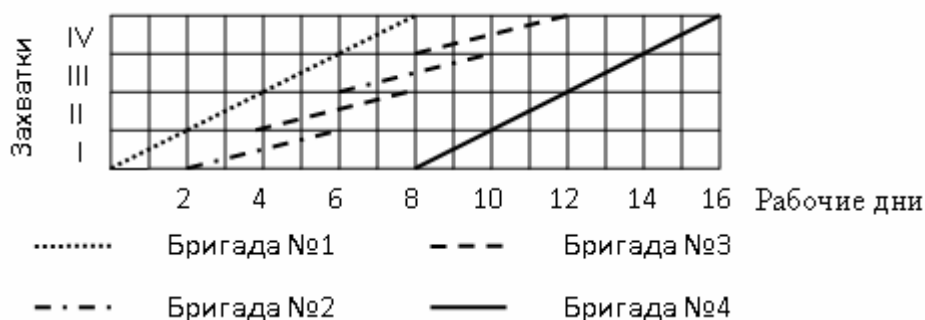


Рис. 4.3. Циклограмма выполнения работ

Общая продолжительность выполнения работ составляет

$$T_o = (4 + 4 - 1) \cdot 2 + 2 = 16 \text{ дней.}$$

По аналогии с вышеизложенным строится линейный график производства работ (рис. 4.4).

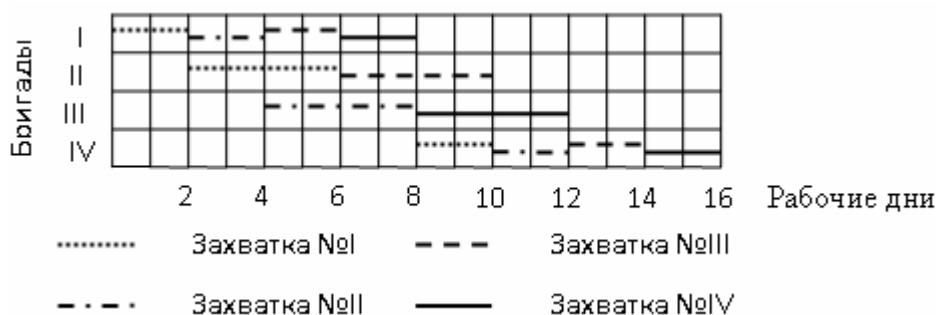


Рис. 4.4. Линейный график работы бригад

Задача 1

Запроектировать поточное возведение трех зданий. Строительство первого здания состоит из двух захваток, второго и третьего – из трех. Работы по возведению разбиты на 4 процесса. Длительность процессов: I – 4 дня, II – 2 дня, III – 6 дней, IV – 2 дня. Между первым и вторым процессом – технологический перерыв 2 дня. Между третьим и четвертым процессом – организационный перерыв 4 дня.

Определить общую продолжительность строительства; количество бригад; начало и окончание строительства 2-го и 3-го зданий. Построить циклограмму и линейный график выполнения работ.

Решение

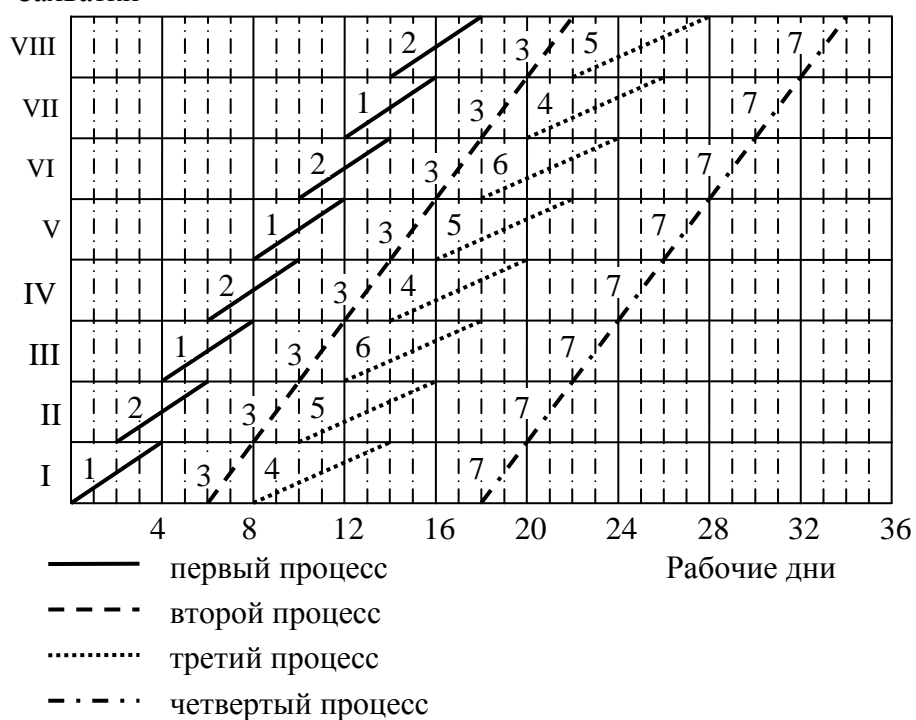
$$n = 2 + 1 + 3 + 1 = 7;$$

$$N = 2 + 3 + 3 = 8;$$

$$t_{ш} = \min t_{\phi} = 2 \text{ дня;}$$

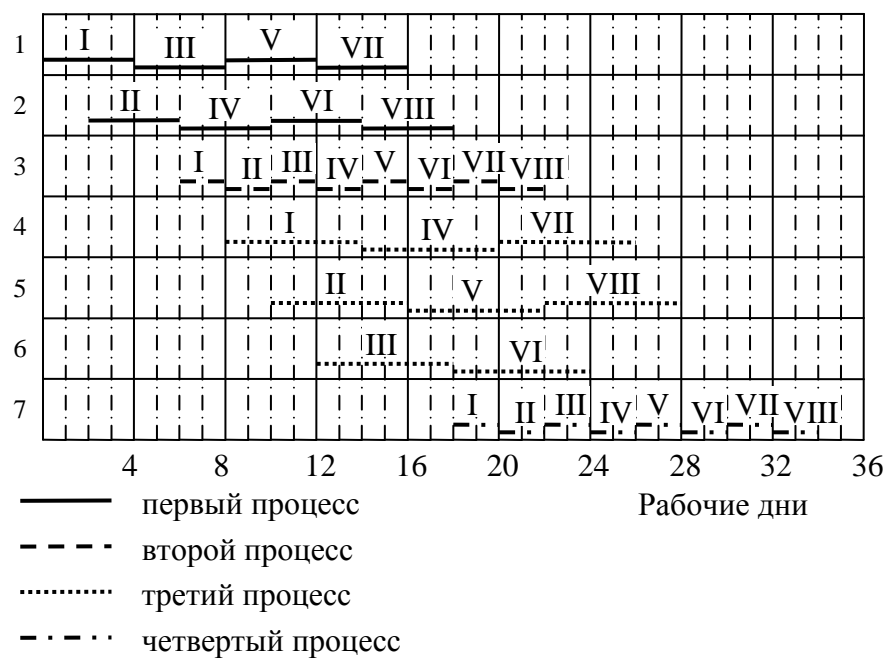
$$T_o = (8 + 7 - 1) \cdot 2 + 2 + 4 = 34 \text{ дня.}$$

Захватки



Циклограмма выполнения работ

Бригады



Линейный график производства работ

Задача 2

Поточным методом возводятся 4 объекта, на каждом из них – равное количество захваток. В возведении объектов принимают участие бригады, выполняющие работы на захватке за 4, 2 и 1 день. Между выполнением работ необходимо соблюдать технологические перерывы по 3 дня. Общая продолжительность строительства – 28 дней.

Определить необходимое количество захваток для организации работ поточным методом; построить линейный график производства работ и циклограмму.

Решение

$$n = 4 + 2 + 1 = 7;$$

$$t_{\text{ш}} = \min t_{\bar{o}} = 1 \text{ день};$$

$$N = T_o + 1 - n - \sum t_{\text{тех}} = 28 + 1 - 7 - 6 = 16.$$

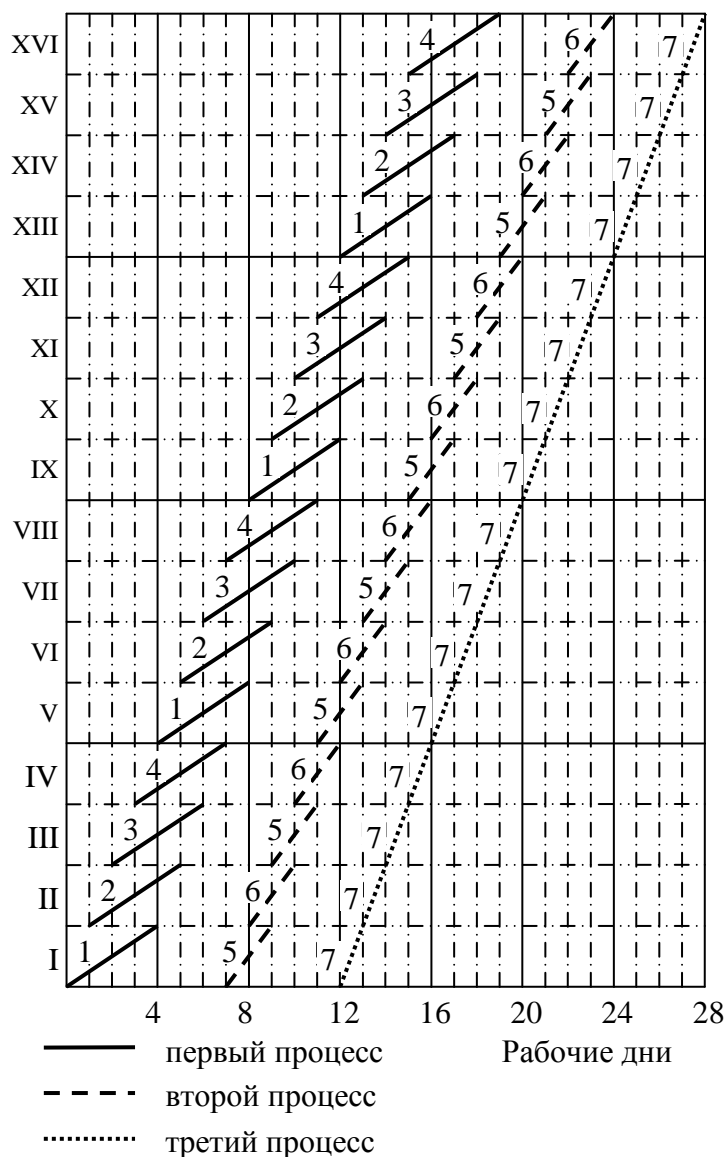
Каждое здание разбивается на $16/4 = 4$ захватки.

Бригады



Линейный график производства работ

Захватки



Задача 3

Объект возводится поточным методом. Работы по возведению объекта разбиты на 4 процесса. Фронт работ разделен на 7 захваток. Соотношение длительности выполнения процессов 3:1:2:1. Между процессами имеются технологические перерывы $t_{tex\ 1-2} = 2$ дня; $t_{tex\ 2-3} = 1$ день; $t_{tex\ 3-4} = 3$ дня. Общая продолжительность строительства – 32 дня.

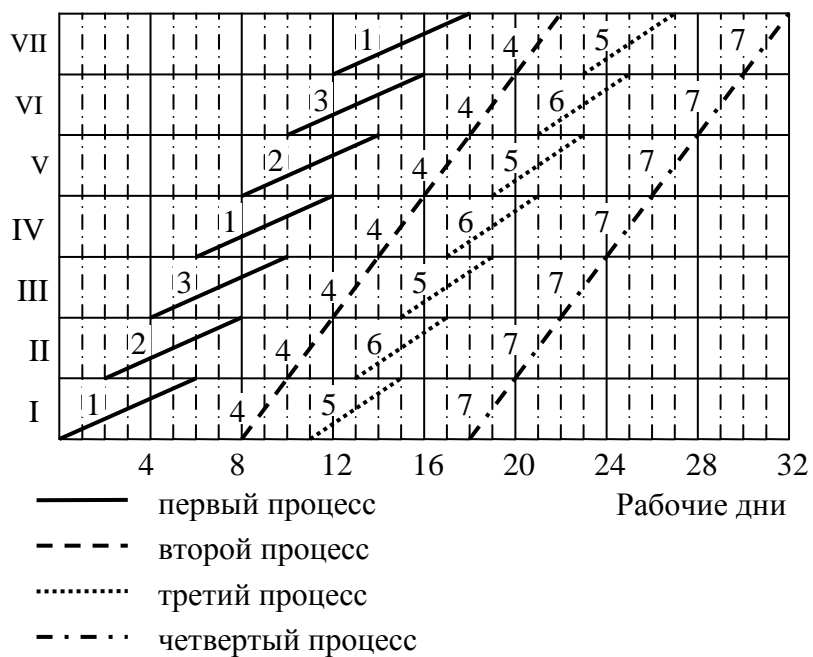
Определить шаг потока; построить линейный график возведения объекта и циклограмму.

Решение

$$n = 3 + 1 + 2 + 1 = 7;$$

$$t_{ш} = (32 - 2 - 1 - 3) / (7 + 7 - 1) = 2 \text{ дня.}$$

Захватки



Циклограмма выполнения работ

Бригады



Линейный график производства работ

Задача 4

Необходимо за 52 дня произвести работы по монтажу и отделке здания.

Выполняются следующие объемы работ:

- 1) нулевой цикл – 144 м^3 ;
- 2) монтаж конструкций – 504 т ;
- 3) устройство кровли – 144 м^2 ;
- 4) отделка – 720 м^2 .

Нормы выработки для бригад строительного управления:

- 1) нулевой цикл – $6 \text{ м}^3/\text{см.}$;
- 2) монтаж конструкций – $10,5 \text{ т}/\text{см.}$;
- 3) устройство кровли – $6 \text{ м}^2/\text{см.}$;
- 4) отделка – $7,5 \text{ м}^2/\text{см.}$

Построить циклограмму выполнения процесса и линейный график производства работ.

Продолжительность выполнения работ:

- 1) нулевой цикл – 24 дн.;
- 2) монтаж конструкций – 48 дн.;
- 3) устройство кровли – 24 дн.;
- 4) отделка – 96 дн.

Кратность выполнения работ бригадами: 1:2:1:4.

Продолжительность выполнения работ:

$$T_o = (N + n - 1) \cdot t_{ui} + \sum t_{mex} + \sum t_{орг}.$$

Шаг потока (наименьшее значение ритма работы бригад)

$$t_{ui} = 24/N;$$

$$52 = (N + n - 1) \cdot 24/ N.$$

Требуемое количество захваток $N = 6$. Шаг потока

$$t_{ui} = 4 \text{ дн.}$$

Время работы бригад на одной захватке:

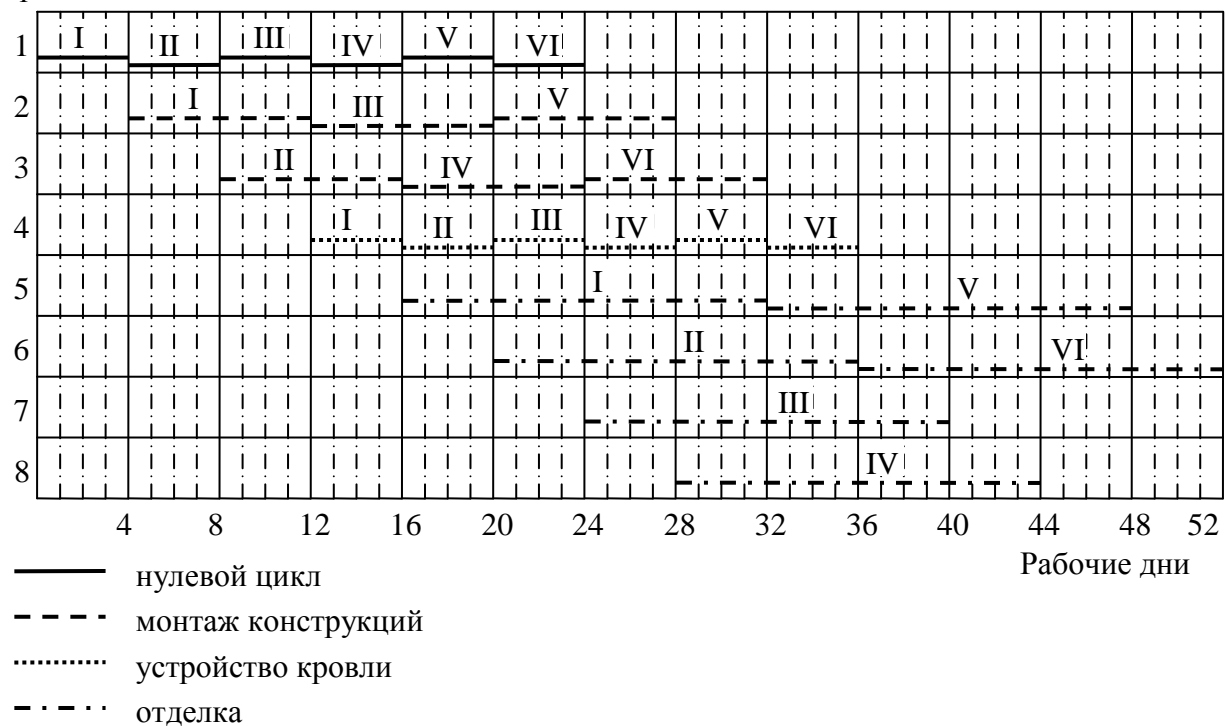
- 1) нулевой цикл – 4 дн.;
- 2) монтаж конструкций – 8 дн.;
- 3) устройство кровли – 4 дн.;
- 4) отделка – 16 дн.

Захватки



Циклограмма выполнения работ

Бригады



Линейный график производства работ

Задача 5

Строительство здания произведено за 79 дней. При этом выполнен следующий объем работ:

- 1) нулевой цикл – 240 м^3 ;
- 2) кирпичная кладка и монтаж плит – 920 м^3 ;
- 3) устройство кровли – 180 м^2 ;
- 4) отделка – 1080 м^2 .

Производительность первой бригады составляет $6 \text{ м}^3/\text{см}$. Время работы бригад на захватках определяется следующим соотношением: 1:2:1:3. Между первым и вторым процессом необходим организационный перерыв 4 дня, между третьим и четвертым – технологический перерыв 5 дней.

Построить график выполнения процесса и определить производительность бригад при выполнении работ.

Решение

Продолжительность работы первой бригадой составляет 40 смен.

Из соотношения работы бригад на захватках определяем время выполнения задания остальными бригадами: 2 – 80 смен, 3 – 40 смен, 4 – 120 смен.

Следовательно, производительность бригад при выполнении работ составит:

- 1) нулевой цикл – $6 \text{ м}^3/\text{см}$;
- 2) кирпичная кладка и монтаж плит – $11,5 \text{ м}^3/\text{см}$;
- 3) устройство кровли – $4,5 \text{ м}^2/\text{см}$;
- 4) отделка – $9 \text{ м}^2/\text{см}$.

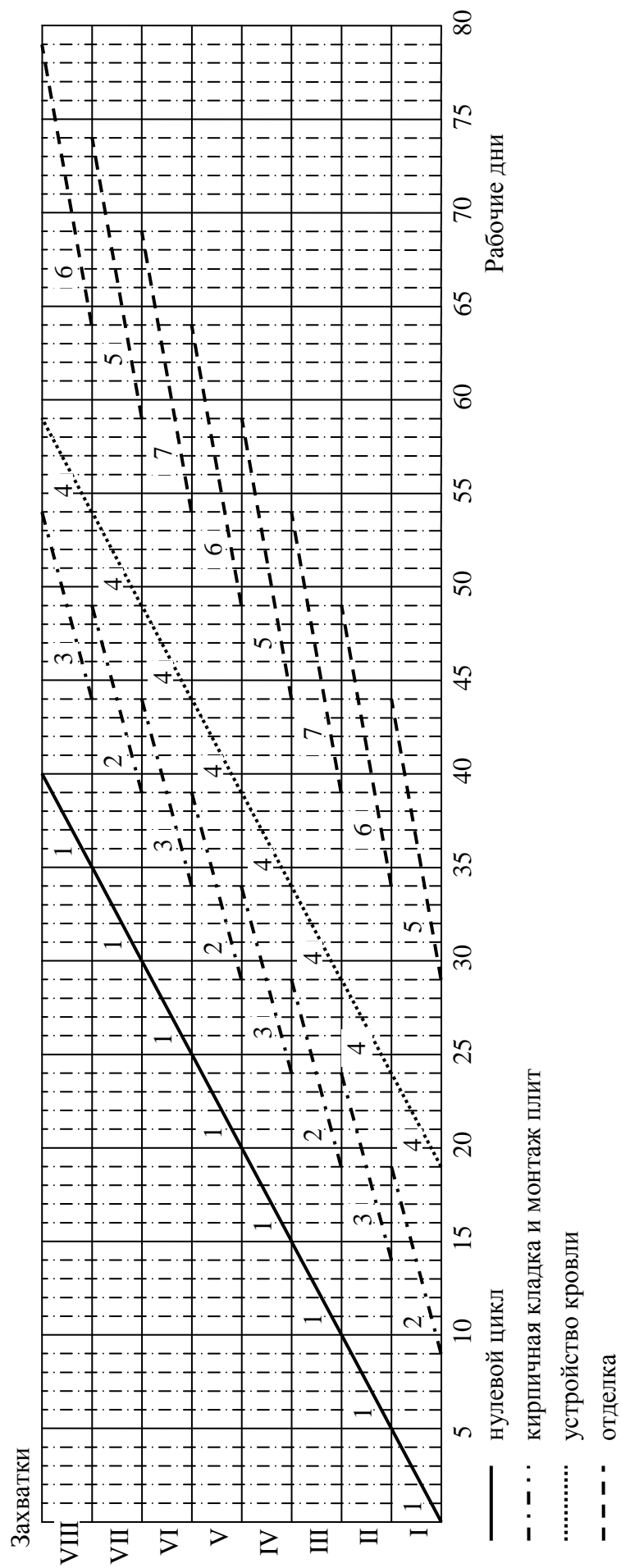
Шаг потока (наименьшее значение ритмов работы бригад) $t_{ш} = 40/N$;

$$79 = (N + n - 1) \times 40 / N + 4 + 5.$$

Требуемое количество захваток $N = 8$. Шаг потока $t_{ш} = 5 \text{ дн}$.

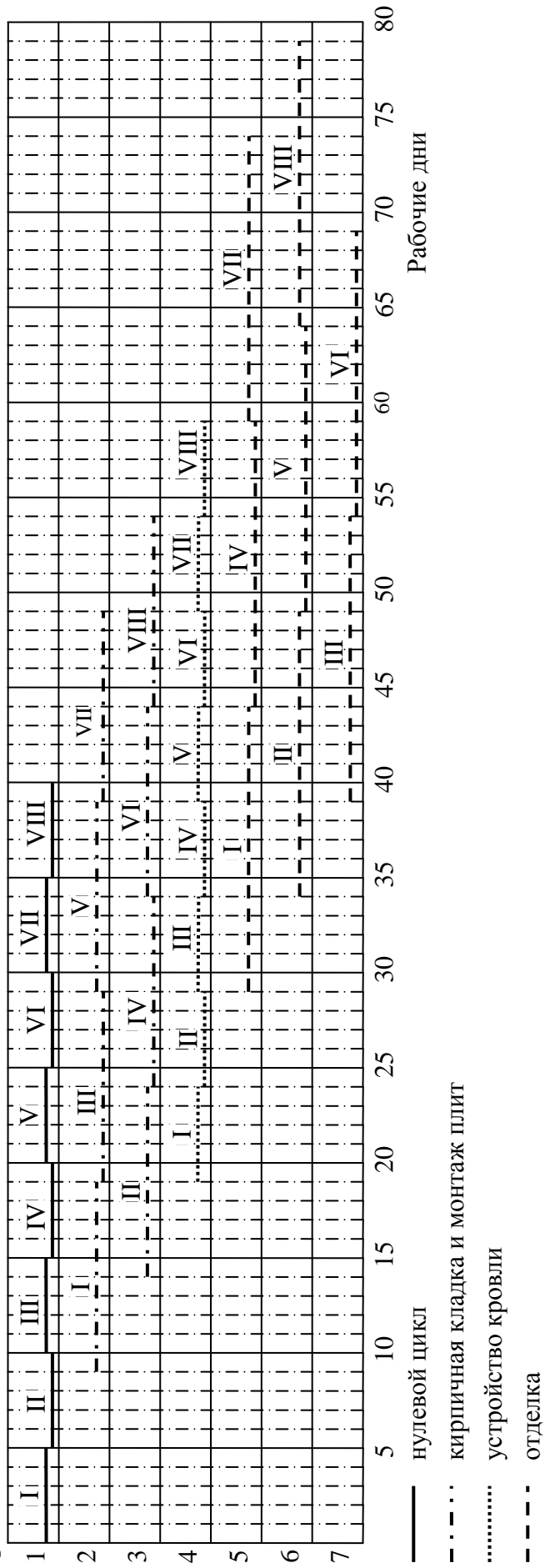
Время работы бригад на одной захватке:

- 1) нулевой цикл – 5 дн.;
- 2) кирпичная кладка и монтаж плит – 10 дн.;
- 3) устройство кровли – 5 дн.;
- 4) отделка – 15 дн.



Циклограмма выполнения работ

Бригады



Линейный график производства работ

Задача 6

В строительном управлении в работе задействовано 11 бригад. Их силами необходимо за 40 дней возвести монолитный дом. При его возведении фронт работ разбивается на 10 захваток.

Выполняются следующие объемы работ:

- 1) нулевой цикл – 240 у.е.;
- 2) монолитная коробка – 1920 у.е.;
- 3) устройство кровли – 120 у.е.;
- 4) отделка – 1200 у.е.

Норма выработки бригад нулевого цикла – 12 у.е./см. Норма выработки бригад монолитного бетона в два раза выше, чем бригад нулевого цикла, а бригад на кровельных работах – в два раза ниже, чем бригад нулевого цикла.

Определить шаг потока, норму выработки бригады отделочников и построить циклограмму выполнения процесса.

Решение

$$H_{\text{выр мб}} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ у.е./см.};$$

$$H_{\text{выр кр}} = 12/2 = 6 \text{ у.е./см.};$$

$$T_{\text{бр ну}} = 240/12 = 20 \text{ см.};$$

$$T_{\text{бр мб}} = 1920/24 = 80 \text{ см.};$$

$$T_{\text{бр кр}} = 120/6 = 20 \text{ см.};$$

$$40 = (10 + 11 - 1) \cdot t_{\text{ш}};$$

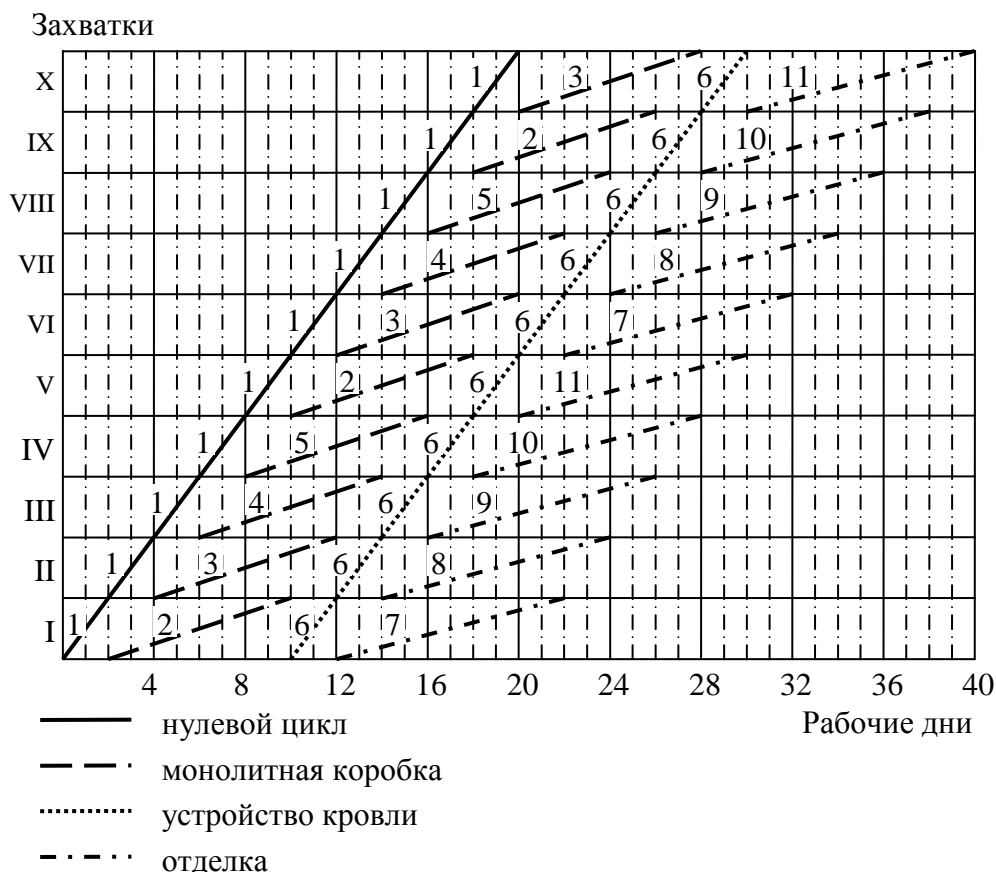
$$t_{\text{ш}} = 2 \text{ дня.}$$

Время работы бригад на одной захватке:

- 1) нулевой цикл – 2 см.;
- 2) монтаж конструкций – 8 см.;
- 3) устройство кровли – 2 см.;
- 4) отделка – $5 \cdot 2 = 10$ см.

$$n_{\text{ну}} = 2/2 = 1; \quad n_{\text{мб}} = 8/2 = 4; \quad n_{\text{кр}} = 2/2 = 1; \quad n_{\text{от}} = 11 - 6 = 5;$$

$$H_{\text{выр от}} = 1200/(10 \cdot 10) = 12 \text{ у.е./см.}$$



Циклограмма выполнения работ

Вопросы для самоконтроля

1. Какие потоки относятся к кратно-ритмичным?
2. Что характерно для кратно-ритмичного потока?
3. Какие ритмы работы бригад применяются для кратно-ритмичного потока?
4. Какие условия необходимо выполнить для проектирования потока с кратно-ритмичным ритмом?
5. Чему равен ритм кратно-ритмичного потока?
6. В каком потоке ритм потока равен наименьшему из ритмов бригад?
7. В каком потоке ритмы работы бригад кратны ритму потока?
8. Чему равно количество бригад, выполняющих один и тот же процесс?
9. Чему равно значение кратности ритма бригады ритму потока?
10. В соответствии с какими зависимостями производится расчет кратно-ритмичного потока?
11. В чем отличие расчета общей продолжительности работ при равно- и кратно-ритмичном потоке?
12. В каком случае при расчете продолжительности выполнения работ используется количество процессов, а в каком – количество бригад?
13. В каких потоках для выполнения одинаковых процессов используется несколько бригад?
14. За счет чего производится увязка работ специализированных бригад при проектировании кратно-ритмичного потока?

ЗАНЯТИЕ 5

ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПОТОКА С РАЗНЫМ, НО ПОСТОЯННЫМ РИТМОМ РАБОТЫ БРИГАДЫ

1. Математическая взаимосвязь между параметрами разноритмичного потока.
2. Решение задач.

Потоки, у которых время работы бригад на всех захватках постоянно, но не равно и не кратно, называются разноритмичными. Увязку разноритмичных потоков проводят или по первой, или по последней захватке. Когда шаг специализированного потока меньше шага предшествующего потока, увязка производится по последней захватке, если больше – по первой захватке. Циклограмма разноритмичного потока и его параметры приведены на рис. 5.1; $t_{бр2} < t_{бр1}$, $t_{бр3} > t_{бр2}$.

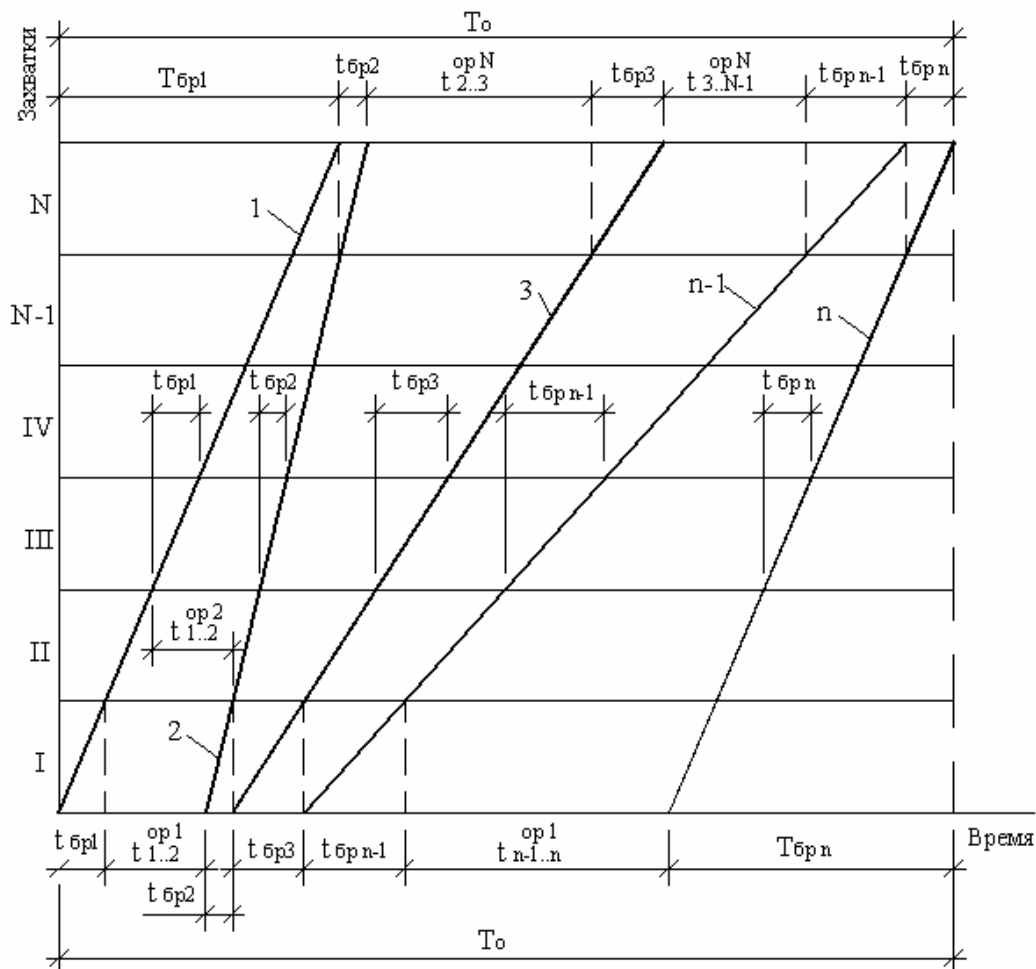


Рис. 5.1. Циклограмма разноритмичного потока

На рисунке приведены следующие обозначения:

$i = 1, 2, \dots, n$ – номер механизированного потока (работы, бригады);

$j = 1, 2, \dots, N$ – номер захватки;

$t_{\bar{o}p(i-j)}$ – время работы бригады i на захватке j ;

$T_{\bar{o}pi}$ – продолжительность i -той работы на всех захватках;

$T_{\bar{o}pi}^H$ – начало работы i -той бригады;

$T_{\bar{o}pi}^0$ – окончание работы i -той бригады;

$t_{i-1,i}^{opj}$ – величина организационного перерыва между началом работы i и окончанием работы $i - 1$ на захватке j .

Для разноритмичных потоков общая продолжительность работ по потоку определяется суммой временных интервалов работы на захватке и организационных перерывов и может быть рассчитана по двум вариантам.

Первый вариант – по продолжительности работ и организационных перерывов на первой захватке:

$$T_o = \sum_{i=1}^{n-1} t_{\bar{o}pi} + \sum_{i=2}^n t_{i-1,i}^{op1} + T_{\bar{o}pn} \quad (5.1)$$

Второй вариант – по продолжительности работ и организационных перерывов на последней n -ной захватке:

$$T_0 = T_{\bar{o}p1} + \sum_{i=2}^n t_{\bar{o}pi} + \sum_{i=2}^n t_{i-1,i}^{opN} \quad (5.2)$$

Задача 1

Разноритмичный поток, состоящий из четырех строительных процессов, организуется по 5-ти захваткам одноэтажного промышленного объекта с шагом, равным в условных единицах времени:

$$t_{\bar{o}p1} = 2; \quad t_{\bar{o}p2} = 4; \quad t_{\bar{o}p3} = 3; \quad t_{\bar{o}p4} = 5.$$

Требуется определить:

- продолжительность каждого специализированного потока;
- величину интервалов между началами смежных процессов;
- время начала и окончания каждого процесса;
- общий срок строительства;

Построить циклограмму.

Решение

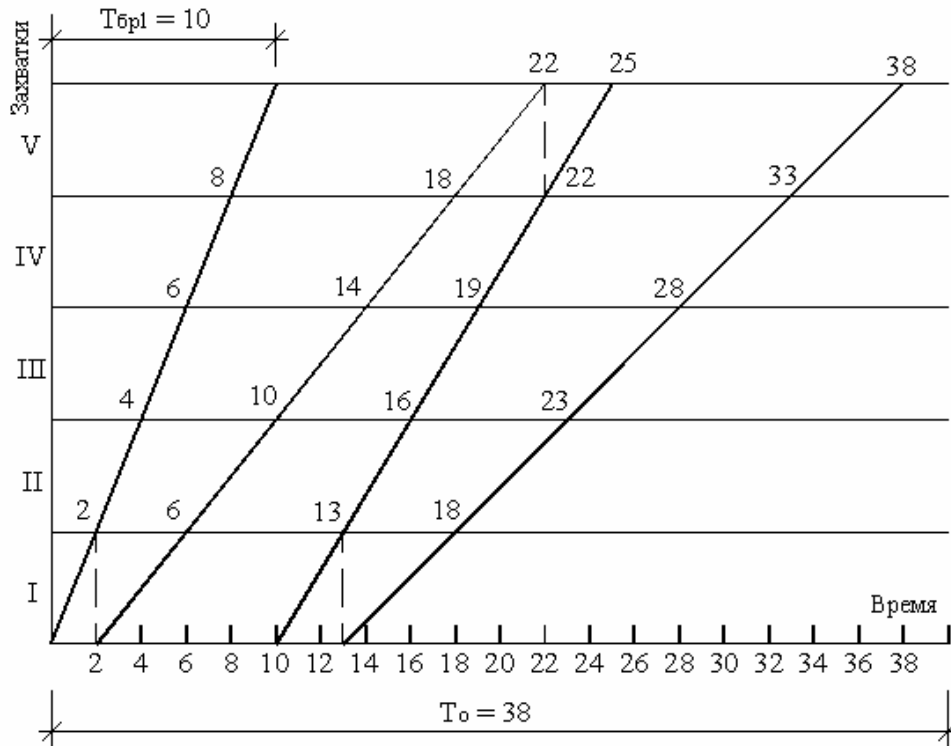
Строим циклограмму работы бригад.

Так как

$t_{\bar{o}p2} > t_{\bar{o}p1}$, то сближение на первой захватке;

$t_{\bar{o}p3} < t_{\bar{o}p2}$, то сближение на последней захватке;

$t_{\bar{o}p4} > t_{\bar{o}p3}$, то сближение на первой захватке.



Циклограмма работы бригад

В соответствии с циклограммой

$$T_{\bar{o}p1} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ дней;}$$

$$T_{\bar{o}p2} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ дней;}$$

$$T_{\bar{o}p3} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ дней;}$$

$$T_{\bar{o}p4} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ дней.}$$

$$t_{1-2}^{op1} = 0; \quad t_{2-3}^{op1} = 4; \quad t_{3-4}^{op1} = 0;$$

$$T_{\bar{o}p1}^H = 0; \quad T_{\bar{o}p1}^O = 10;$$

$$T_{\bar{o}p2}^H = 2; \quad T_{\bar{o}p2}^O = 22;$$

$$T_{\bar{o}p3}^H = 10; \quad T_{\bar{o}p3}^O = 25;$$

$$T_{\bar{o}p4}^H = 13; \quad T_{\bar{o}p4}^O = 38;$$

$$T_o = t_{\bar{o}p1} + t_{\bar{o}p2} + t_{2-3}^{op1} + T_{\bar{o}p4} = 2 + 4 + 3 + 4 + 25 = 38;$$

$$T_o = t_{\bar{o}p2} + t_{\bar{o}p3} + t_{\bar{o}p4} + t_{1-2}^{op5} + t_{3-4}^{op5} + T_{\bar{o}p1} = 4 + 3 + 5 + 8 + 8 + 10 = 38.$$

Задача 2

На строительстве 5-ти объектов организован разноритмичный поток. Весь комплекс работ разбит на 6 процессов. Продолжительность их выполнения определяется следующим соотношением: 1:1,5:2:1:2:1,5. Между процессами имеются технологические и организационные перерывы:

$$t_{1-2}^{mex1} = 2 \text{ дня}; \quad t_{2-3}^{mex1} = 3 \text{ дня}; \quad t_{3-4}^{opz1} = 8 \text{ дней}; \quad t_{4-5}^{mex1} = 3 \text{ дня}; \quad t_{5-6}^{opz1} = 8 \text{ дней}.$$

Общая продолжительность строительства – 54 дня.

Необходимо определить:

- продолжительность выполнения процессов;
- время начала и окончания каждого процесса.

Построить циклограмму выполнения работ.

Решение

На основе данных о соотношении длительности выполнения процессов и перерывов между ними строим циклограмму производства работ, приняв кратность работ за t (рис. 1).

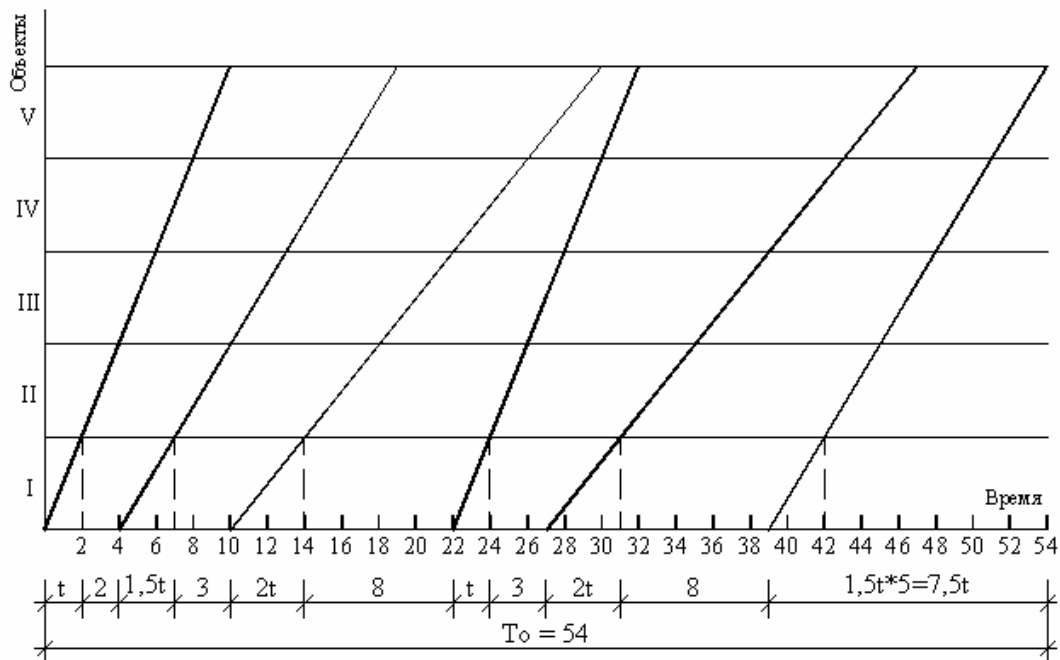


Рис. 1. Циклограмма (составляющие продолжительности потока)

Как видно на рисунке, общая продолжительность строительства будет равна

$$T = t + 2 + 1,5t + 3 + 2t + 8 + t + 3 + 2t + 8 + 7,5t = 54.$$

$$15t = 30; \quad t = 2 \text{ дня}.$$

Циклограмма производства работ представлена на рис. 2.

Продолжительность выполнения процессов:

$$\begin{aligned} T_{\text{бр}1} &= 2 \cdot 5 = 10 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}2} &= 1,5 \cdot 2 \cdot 5 = 15 \text{ дн.}; \\ T_{\text{бр}3} &= 2 \cdot 2 \cdot 5 = 20 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}4} &= 2 \cdot 5 = 10 \text{ дн.}; \\ T_{\text{бр}5} &= 2 \cdot 2 \cdot 5 = 20 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}6} &= 1,5 \cdot 2 \cdot 5 = 15 \text{ дн.} \end{aligned}$$

Время начала и окончания процессов:

$$\begin{aligned} T_{\text{бр}1}^{\text{н}} &= 0; \quad T_{\text{бр}1}^0 = 0 + 10 = 10 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}4}^{\text{н}} &= 22; \quad T_{\text{бр}4}^0 = 22 + 10 = 32 \text{ дн.}; \\ T_{\text{бр}2}^{\text{н}} &= 4; \quad T_{\text{бр}2}^0 = 4 + 15 = 19 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}5}^{\text{н}} &= 27; \quad T_{\text{бр}5}^0 = 27 + 20 = 47 \text{ дн.}; \\ T_{\text{бр}3}^{\text{н}} &= 10; \quad T_{\text{бр}3}^0 = 10 + 20 = 30 \text{ дн.}; & T_{\text{бр}6}^{\text{н}} &= 39; \quad T_{\text{бр}6}^0 = 39 + 15 = 54 \text{ дн.} \end{aligned}$$

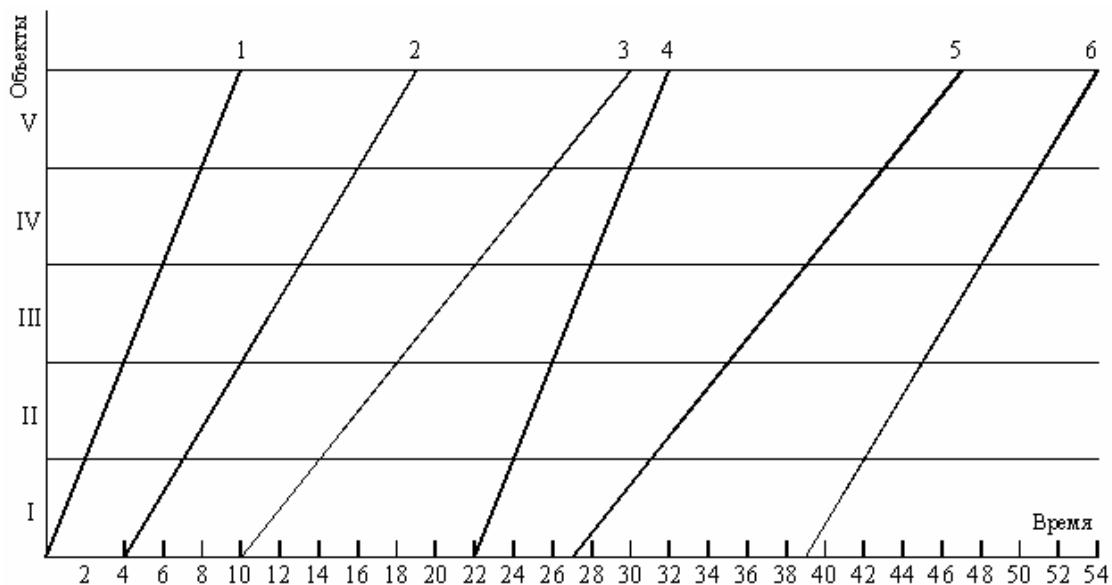


Рис. 2. Циклограмма производства работ

Задача для самостоятельного решения

Необходимо выполнить работы по возведению семи зданий с использованием разноритмичных потоков за 54 дня. При этом между первым и вторым процессами на первой захватке имеется технологический перерыв 3 дня, а на последней захватке – организационный в 21 день.

Между вторым и третьим процессами на первой захватке организационный перерыв в 14 дней, а на последней захватке – технологический в 2 дня.

Суммарная продолжительность трех процессов при их последовательном выполнении – 91 день.

Определить продолжительность выполнения каждого процесса, начало и окончание второго и третьего процессов. Построить циклограмму производства работ.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие потоки называются разноритмичными?
2. Что характерно для ритма бригад в разноритмичном потоке?
3. Как производится увязка работы бригад в разноритмичных потоках?
4. В каких случаях работа бригад, входящих в разноритмичный поток, производится по первой захватке?
5. В каких случаях работа бригад, входящих в разноритмичный поток, производится по последней захватке?
6. Каким символом обозначается номер механизированного потока (бригады)?
7. Каким символом обозначается номер захватки?
8. Каким символом обозначается время работы бригады i на захватке j ?
9. Каким символом обозначается продолжительность i -той работы на всех захватках?
10. Каким символом обозначается начало работы i -той бригады?
11. Каким символом обозначается окончание работы i -той бригады?
12. Каким символом обозначается величина организационного перерыва между началом работы i и окончанием работы $i - 1$ на захватке j ?
13. Что означает символ $t_{\bar{p}(i-j)}$?
14. Что означает символ $T_{\bar{p}i}$?
15. Что означает символ $T_{\bar{p}i}^H$?
16. Что означает символ $T_{\bar{p}i}^O$?
17. Что означает символ $t_{i-1,i}^{opj}$?
18. Как определяется общая продолжительность работ при организации разноритмичного потока?
19. Из каких слагаемых складывается общая продолжительность работ разноритмичного потока при ее расчете с использованием первой захватки?
20. Из каких слагаемых складывается общая продолжительность работ разноритмичного потока при ее расчете с использованием последней захватки?
21. Продолжительность работы какой бригады на всех захватках учитывается при расчете общей продолжительности работы разноритмичного потока по первой захватке?
22. Продолжительность работы какой бригады на всех захватках учитывается при расчете общей продолжительности работ разноритмичного потока по последней захватке?
23. Насколько отличается общая продолжительность работы разноритмичного потока, рассчитанная по первой и последней захваткам?

ЗАНЯТИЕ 6

ФОРМИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НЕРИТМИЧНЫХ ПОТОКОВ

1. Условия формирования неритмичного потока.
2. Матричный алгоритм расчета неритмичных потоков.
3. Пример расчета.

Неритмичные потоки применяются при возведении зданий со сложной конфигурацией в плане, при переменной высоте помещений и различных типоразмерах применяемых конструкций. Такие объекты трудно разбить на участки, одинаковые по объему и трудоемкости. Применение их становятся неизбежным при объединении в один комплексный поток разнородных и разнотипных зданий, например, культурно-бытовых, торговых, детских учреждений и пр.

Увязку неритмичных частных или специализированных потоков друг с другом уже нельзя производить только по началу или по концу, т.е. по первой или последней захватке. В данном случае необходима увязка и по промежуточным захваткам, т.е. необходим поиск такого срока начала каждого частного потока в общем потоке, который обеспечил бы максимально возможное их сближение с обеспечением непрерывности работы специализированных коллективов. При этом непрерывность работы на отдельных захватках может не обеспечиваться.

Величина интервала между началом смежных потоков должна быть такой, чтобы обеспечить беспрепятственное развитие каждого частного потока на всех участках (захватках). Для того чтобы установить этот интервал, необходимо по всем захваткам проверить их готовность, т. е. наличие фронта работ для выполнения последующего процесса. В результате проверки выясняется, что на одной или нескольких захватках последующий процесс можно начать сразу же после окончания на ней предыдущего, а на других – с некоторой задержкой, чтобы обеспечить непрерывность работы бригады, выполняющей второй процесс.

Захватка, на которой последующий процесс начинается без всякого перерыва, является местом критического сближения двух смежных потоков. При нарушении этого сближения – уменьшении или увеличении – в первом случае последующий процесс начнется раньше, чем будет закончен на данной захватке предыдущий процесс, во втором необоснованно увеличится общий срок выполнения работ.

Теоретический расчет неритмичных потоков довольно сложен, поэтому рекомендуется выполнять его с помощью так называемого матричного алгоритма. С помощью матричной модели в сравнительно простом аналитическом виде (с последующим построением графика) можно представить все многообразие строительных потоков и вычислить необходимые параметры. Матричная форма дает наиболее полную информацию обо всех расчетных параметрах.

Для построения матрицы все данные о продолжительности каждого процесса на каждом из объектов, вычисленные заранее делением трудоемкости на численный состав бригады, заносятся в клеточную матрицу, в которой и выполняется весь расчет. Расчет временных параметров ритмичных и неритмичных строительных потоков рекомендуется выполнять с использованием матрицы, строки которой означают захваты (объекты), а столбцы – специализированные потоки (процессы, бригады, рис. 6.1).

По столбцам матрицы учитывается продолжительность каждого процесса (i) на всех участках и их количество (n), а по строкам – продолжительность всех работ на отдельном участке, захватке, объекте (j) и их количество (m).

Для матрицы приняты следующие обозначения:

$i = 1, 2, \dots, n$ – номер механизированного потока (работы, бригады);

$j = 1, 2, \dots, m$ – номер захватки, объекта;

t_{ij}^H – начало выполнения работ i на j -той захватке;

t_{ij}^O – окончание работы i на j -той захватке;

t_{ij} – продолжительность работы i на j -той захватке;

$T_O = t_{nm}^O$ – окончание работы n на m -ной захватке (общая продолжительность работ на потоке);

«—» – символ, обозначающий отсутствие технологического или организационного перерыва между началом рассматриваемой работы i и окончанием предшествующей работы $i - 1$ на j -той захватке;

$t_{i-1,j}^{opj}$ – величина организационного перерыва между началом работы i и окончанием работы $i - 1$ на j -той захватке;

«×» – символ, обозначающий наличие технологического или организационного перерыва между началом рассматриваемой работы i и окончанием предшествующей работы $i - 1$ на j -той захватке;

T_{opi} – продолжительность i -той работы на всех захватках;

T_j – продолжительность выполнения всех работ на j -той захватке;

$\bar{C}_{i-1,i}$ – сумма организационных перерывов между смежными работами на j -той захватке.

Расчет параметров строительного потока выполняется в следующей последовательности. В центре каждой матрицы записывают продолжительность выполнения работы t_{ij} на соответствующих захватках. В левом верхнем углу каждой клетки матрицы проставляется время начала выполнения работы i на j -той захватке t_{ij}^H . Начало первой работы на первой захватке принимается равным нулю: $t_{11}^H = 0$. Окончание i -той работы на j -той захватке t_{ij}^O записывается в правом нижнем углу клетки матрицы.

Окончание первой работы на первой захватке t_{11}^O будет равно

$$t_{11}^O = t_{11}^H + t_{11} = t_{11}. \quad (6.1)$$

$i \backslash j$		Специализированные потоки (процессы), $i = 1, 2 \dots n$					$\sum_1^n t_j$	$\sum_1^n \bar{C}_j$	$\sum_1^n t_j + \sum_1^n \bar{C}_j$
		1	2	...	$n-1$	n			
Захватки (объекты), $j = 1, 2 \dots m$	I	t_{11}^H t_{11} t_{11}^O			\times $t_{i-1,1}^{op1}$		T_1	\bar{C}_1	$T_1 + \bar{C}_1$
	II						T_2	\bar{C}_2	$T_2 + \bar{C}_2$
	...		\times $t_{i-1,i}^{op3}$	t_{ij}^H t_{ij} t_{ij}^O		
	$m-1$		\times			$t_{i-1,i}^{op,m-1}$	T_{m-1}	\bar{C}_{m-1}	$T_{m-1} + \bar{C}_{m-1}$
	m	\times	\times	$t_{i-1,i}^{op,m}$		$T_o = t_{nm}^O$	T_m	\bar{C}_m	$T_m + \bar{C}_m$
	$T_{\bar{o}p\ i}$	$T_{\bar{o}p.1}$	$T_{\bar{o}p.2}$...	$T_{\bar{o}p.n-1}$	$T_{\bar{o}p.n}$	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_j$	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{C}_j$	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_j + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{C}_j$
	$\sum t_{nep}$								

Рис. 6.1. Матричная модель неритмичных потоков

Начало и окончание любой работы (кроме первой) на первой захватке определяют по следующим выражениям:

$$t_{i1}^H = t_{i-1,1}^O; \quad (6.2)$$

$$t_{i1}^O = t_{i1}^H + t_{i1}. \quad (6.3)$$

Начало и окончание всех остальных работ на j -той захватке определяют по выражениям

$$t_{ij}^H = t_{i,j-1}^O; \quad (6.4)$$

$$t_{ij}^O = t_{ij}^H + t_{ij}. \quad (6.5)$$

Перерывы $t_{i-1,j}^{opj}$ между началом рассматриваемой работы i и окончанием предшествующей работы $i - 1$ на j -той захватке вычисляют следующим образом:

$$t_{i-1,j}^{opj} = t_{ij}^H - t_{i-1,j}^P. \quad (6.6)$$

Поскольку первая работа не имеет предшествующей, для нее $C_{p1}^1 = 0$.

Начало выполнения смежных работ (кроме первой) на всех захватках корректируют, увеличивая на величину

$$\Delta C_{i-1,i} = \max_j [-t_{i-1,j}^{opj}]. \quad (6.7)$$

Новые значения начала t_{ij}^{HH} и окончания t_{ij}^{HO} рассматриваемой работы определяются выражениями

$$t_{ij}^{HH} = t_{ij}^H + \Delta C_{i-1,i}; \quad (6.8)$$

$$t_{ij}^{HO} = t_{ij}^{HH} + t_{ij}. \quad (6.9)$$

Окончательные значения перерывов между смежными работами определяют по формуле

$$t_{i-1,j}^{opj} = t_{ij}^{HH} - t_{i-1,j}^P. \quad (6.10)$$

Для предупреждения ошибок при расчете обращается внимание на соблюдение неравенства

$$t_{i+1,j}^H \geq t_{ij}^O.$$

Все расчеты ведутся по столбцам сверху вниз.

После всех расчетов заполняются дополнительные столбцы матрицы, т.е. определяются величины T_j , $\sum_1^n \bar{C}_j$ и $T_j + \sum_1^n \bar{C}_j$.

Коэффициент плотности определяется по формуле

$$K_{пл} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{C}_{ij}}. \quad (6.11)$$

Коэффициент совмещенности

$$K_c = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij} - T_o}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij}}. \quad (6.12)$$

Чем выше коэффициент плотности матрицы, тем меньше простой фронта работ; чем выше коэффициент совмещения, тем больше процессов совмещаются друг с другом и тем короче будет срок строительства.

Рассчитанная матрица позволяет получать обширную информацию об организации неритмичных потоков: общий срок строительства; время начала и окончания каждого процесса (по столбцам); время начала и окончания возведения каждого объекта (по строкам); время начала и окончания любого процесса на любом участке (объекте); величину перерывов между смежными процессами; расположение мест критических сближений; величину интервалов между началом смежных процессов и ряд других сведений.

Возможность нахождения интервалов между началами смежных процессов позволяет аналитически определить (для проверки) общую продолжительность строительства

$$T_o = \sum_{j=1}^m t_{1j} + \sum_{i=2}^n t_{im} + \bar{C}_n; \quad (6.13)$$

$$C_n = \sum_{i=2}^n \bar{C}_{i-1,i}. \quad (6.14)$$

Пример расчета неритмичного строительного потока

Данные для расчета ($n = 4$; $m = 5$).

$t_{11} = 2$	$t_{12} = 5$	$t_{13} = 7$	$t_{14} = 4$	$t_{15} = 6$
$t_{21} = 3$	$t_{22} = 8$	$t_{23} = 4$	$t_{24} = 7$	$t_{25} = 1$
$t_{31} = 1$	$t_{32} = 9$	$t_{33} = 7$	$t_{34} = 1$	$t_{35} = 4$
$t_{41} = 7$	$t_{42} = 3$	$t_{43} = 8$	$t_{44} = 2$	$t_{45} = 6$

Расчет выполняем с использованием матрицы (см. рис. 6.1) по изложенным выше правилам. В центре каждой клетки матрицы записываем продолжительность работы t . Расчет ведем по столбцам сверху вниз. Нача-

ло первой работы на первой захватке принимаем равной 0 и записываем в левом верхнем углу.

Окончание первой работы на первой захватке определяем по формуле (6.1):

$$t_{11}^O = t_{11}^H + t_{11} = 0 + 2 = 2.$$

Величину «2» записываем в правом нижнем углу клетки матрицы. Окончание первой работы на первой захватке считаем началом первой работы на второй захватке и цифру «2» из правого нижнего угла верхней клетки переносим без изменения в верхний левый угол нижележащей клетки. Суммируя время начала работы с ее продолжительностью, определяем окончание первой работы на второй захватке:

$$t_{12}^O = t_{12}^H + t_{12} = 2 + 5 = 7.$$

Записываем «7» в правом нижнем углу клетки (рис. 6.2).

$\begin{matrix} i \\ j \end{matrix}$		Работы (процессы)				$\sum_1^n t_j$	$\sum_1^n \bar{C}_j$	$\sum_1^n t_j + \sum_1^n \bar{C}_j$
		1	2	3	4			
Захватки (объекты)	I	0 2 2	4 x2 7	14 x7 15	21 x6 28	13	15	28
	II	2 5 7	7 8 15	15 9 24	28 x4 31	5	4	29
	III	7 7 14	15 x1 19	24 x5 31	31 8 39	6	6	32
	IV	14 4 18	19 x1 26	31 x5 32	39 x7 41	4	13	27
	V	18 6 24	26 x2 27	32 x5 36	41 x5 47	7	12	29
	$T_{\text{оп } i}$	24	23	22	26	95	50	145
	$\sum t_{\text{пер}}$						50	

Рис. 6.2. Матричная модель

Для первой работы на третьей захватке получаем:

$$t_{13}^H = 7; \quad t_{13}^O = 7 + 7 = 14;$$

на четвертой захватке

$$t_{14}^H = 14; \quad t_{14}^O = 14 + 4 = 18;$$

на пятой захватке

$$t_{15}^H = 18; \quad t_{15}^O = 18 + 6 = 24.$$

Начало и окончание второй работы на первой захватке (объекте) определяется по формулам (6.2) и (6.3):

$$t_{21}^H = t_{11}^O = 2; \quad t_{21}^O = t_{21}^H + t_{21} = 2 + 3 = 5.$$

Полученные величины «2» и «5» записываем соответственно в левый верхний и правый нижний углы клеток, расположенные на пересечении первой строки и второго столбца. Начало и окончание определяются на основании выражений (4) и (5):

$$t_{22}^H = t_{21}^O = 5; \quad t_{22}^O = t_{22}^H + t_{22} = 5 + 8 = 13;$$

$$t_{23}^H = t_{22}^O = 13; \quad t_{23}^O = t_{23}^H + t_{23} = 13 + 4 = 17;$$

$$t_{24}^H = t_{23}^O = 17; \quad t_{24}^O = t_{24}^H + t_{24} = 17 + 7 = 24;$$

$$t_{25}^H = t_{24}^O = 24; \quad t_{25}^O = t_{25}^H + t_{25} = 24 + 1 = 25.$$

Результаты расчета записываем в соответствующие углы клеток второго столбца матрицы. Следующий этап – вычисление перерывов $\bar{C}_{i-1,i}^j$ между началом рассматриваемых работ и окончанием предшествующих им работ на захватках по выражениям (6.6):

$$C_{11}^1 = t_{21}^H - t_{11}^O = 2 - 2 = 0;$$

$$C_{12}^2 = t_{22}^H - t_{12}^O = 5 - 7 = -2;$$

$$C_{13}^3 = t_{23}^H - t_{13}^O = 13 - 14 = -1;$$

$$C_{14}^4 = t_{24}^H - t_{14}^O = 17 - 18 = -1;$$

$$C_{15}^5 = t_{25}^H - t_{15}^O = 24 - 24 = 0.$$

Начало и окончание выполнения второй работы на всех захватках, согласно выражению (6.7), увеличиваем на величину $\Delta C_{12}^2 = 2$ и определяем по выражениям (6.8), (6.9) новые значения начала и окончания работ.

Значение перерывов на захватках между первой и второй работами определяем по выражению (6.10):

$$\bar{C}_{12}^1 = t_{21}^{HH} - t_{11}^O = 4 - 2 = 2;$$

$$\bar{C}_{12}^2 = t_{22}^{HH} - t_{12}^O = 7 - 7 = 0;$$

$$\bar{C}_{12}^3 = t_{23}^{HH} - t_{13}^O = 15 - 14 = 1;$$

$$\bar{C}_{12}^4 = t_{24}^{HH} - t_{14}^O = 19 - 18 = 1;$$

$$\bar{C}_{12}^5 = t_{25}^{HH} - t_{15}^O = 26 - 24 = 2.$$

Отсутствие перерывов между началом второй работы и окончанием первой работы на второй захватке на матрице обозначается символом "—" (на линии, отделяющей первый и второй столбцы). Перерывы между началами выполнения второй работы на первой, третьей, четвертой, пятой захватках на матрице обозначаются на линии, отделяющей первый и второй столбцы, символами «+» с указанием величины перерыва.

Аналогичным образом рассчитываются параметры третьих и четвертых работ (потоков). Общая продолжительность потока по расчетам матрицы равна 47 единицам времени. После окончания расчета основных столбцов и строк рассчитываем дополнительные столбцы и строки матрицы.

Коэффициент плотности определяем по формуле (6.11):

$$K_{nl} = \frac{95}{145} = 0,655.$$

Коэффициент совмещенности (6.12):

$$K_c = \frac{95 - 47}{95} = 0,505.$$

Результаты расчета проверяем по формуле (6.13):

$$T_O = (2 + 5 + 7 + 4 + 6) + (1 + 4 + 6) + (2 + 5 + 5) = 47.$$

На рис. 6.3 приведена циклограмма неритмичного потока.

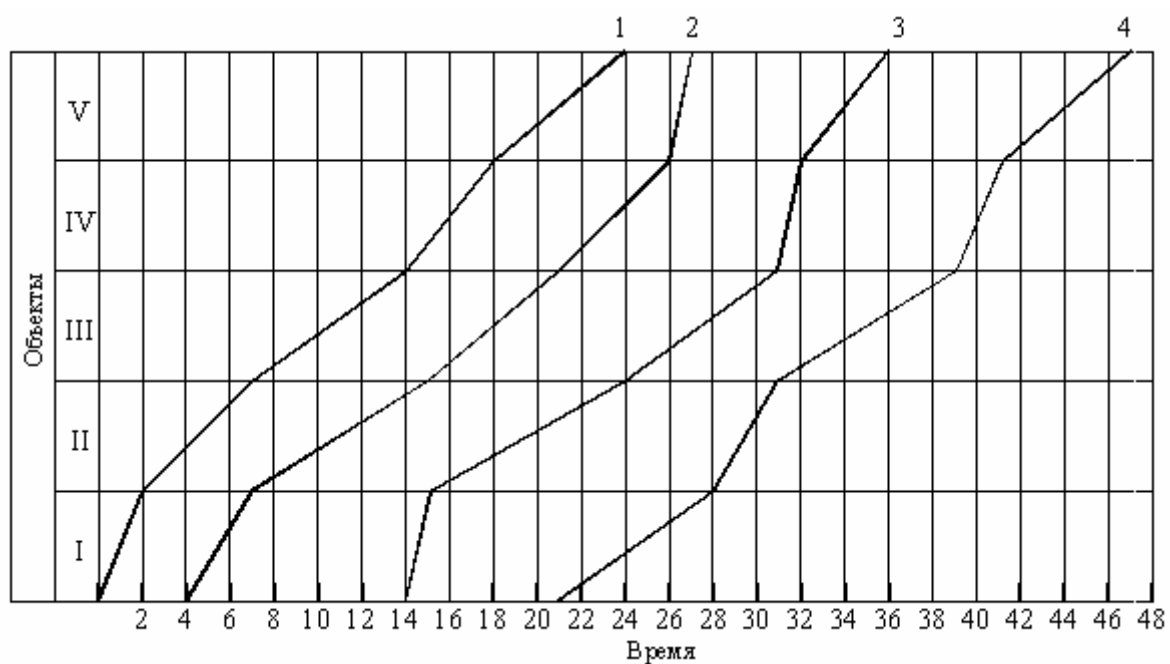


Рис. 6.3. Циклограмма неритмичного потока

Данные для самостоятельной работы приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Исходные данные

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_{11}	5	5	5	7	2	5	6	8	6	4
t_{12}	3	4	6	4	1	9	7	8	6	3
t_{13}	8	1	4	8	2	5	4	3	1	2
t_{14}	4	3	7	2	7	4	6	3	5	3
t_{15}	2	8	8	6	9	8	5	2	4	1
t_{21}	1	2	3	1	3	8	1	8	4	5
t_{22}	8	3	4	8	2	9	6	2	3	4
t_{23}	2	4	3	8	1	8	10	7	6	6
t_{24}	7	6	6	2	3	2	6	4	5	3
t_{25}	5	1	8	5	8	1	7	2	8	3
t_{31}	4	5	5	6	1	8	8	4	5	8
t_{32}	8	6	8	4	5	9	2	3	6	7
t_{33}	9	2	7	3	3	4	6	1	7	5
t_{34}	3	7	4	5	8	2	7	5	1	4
t_{35}	6	3	2	8	1	6	4	6	3	5
t_{41}	5	1	7	9	7	8	7	7	8	3
t_{42}	2	5	3	1	6	2	9	6	1	6
t_{43}	7	6	8	8	4	3	4	2	5	5
t_{44}	4	8	3	5	1	8	5	3	4	4
t_{45}	5	3	7	4	6	2	1	7	6	8

Вопросы для самоконтроля

1. При возведении каких зданий формируются неритмичные потоки?
2. Какой поток обычно проектируется при возведении зданий со сложной конфигурацией в плане, при переменной высоте помещений и различных типоразмерах применяемых конструкций?
3. Почему на объектах со сложной конфигурацией в плане, при переменной высоте помещений и различных типоразмерах применяемых конструкций формируют неритмичные потоки?
4. По каким захваткам нельзя производить увязку неритмичных потоков?
5. По каким захваткам необходимо производить увязку неритмичных потоков?
6. Поиск какого срока необходимо производить для увязки неритмичных потоков?
7. Для чего необходим поиск максимально возможного сближения начала работ бригад в неритмичном потоке?
8. Что должно обеспечить максимально возможное сближение работ бригад неритмичного потока?
9. Обеспечивается ли при максимально возможном сближении работ бригад неритмичного потока непрерывность работ на отдельных захватках?
10. Какой должна быть величина интервала между началами смежных потоков?
11. Чем обеспечивается беспрепятственное развитие каждого частного потока на всех захватках?
12. Как устанавливается величина интервала между началами смежных потоков?
13. Для чего необходима проверка готовности участков (захваток)?
14. Что такое готовность участков (захваток)?
15. Что выясняется в результате проверки готовности участков?
16. Какая захватка является местом критического сближения?
17. Как называется захватка, на которой последующий процесс можно начинать без перерыва после окончания предшествующего?
18. Что произойдет при уменьшении критического сближения?
19. Что произойдет при увеличении критического сближения?
20. Как определить продолжительность процесса на одной захватке?
21. Куда записывается продолжительность каждого процесса на каждой захватке?
22. Что означают строки матрицы?
23. Что означают столбцы матрицы?
24. Что учитывается по столбцам матрицы?
25. Что учитывается по строкам матрицы?
26. Что означает символ «—»?
27. Каким символом обозначается отсутствие технологического или организационного перерыва между началом рассматриваемой работы (i) и окончанием предшествующей работы ($i-1$) на j -той захватке?

28. Каким символом обозначается наличие технологического или организационного перерыва между началом рассматриваемой работы (i) и окончанием предшествующей работы ($i - 1$) на j -той захватке?
29. Что означает символ « \times »?
30. Каким символом обозначается продолжительность i -той работы на всех захватках?
31. Что означает символ $T_{\text{ор } i}$?
32. Каким символом обозначается продолжительность выполнения всех работ на j -той захватке?
33. Что означает символ T_j ?
34. Каким символом обозначается сумма организационных перерывов между смежными работами на j -той захватке?
35. Что означает символ $\sum \bar{C}_j$?
36. Что записывается в центре каждой клетки матрицы?
37. Что проставляется в левом верхнем углу каждой клетки матрицы?
38. Где проставляется время начала выполнения работы i на j -той захватке?
39. Чему равно начало первой работы на первой захватке?
40. Что записывается в правом нижнем углу каждой клетки матрицы?
41. Где записывается окончание i -той работы на j -той захватке?
42. Что необходимо знать для определения перерыва между началом рассматриваемой работы (i) и окончанием предшествующей работы ($i - 1$) на j -той захватке?
43. На какую величину корректируют начало выполнения смежных работ на всех захватках?
44. Как определяют расчетные значения начала и окончания рассматриваемой работы?
45. Какое неравенство должно выполняться после корректировки сроков начала и окончания работ на захватках?
46. Что означает неравенство $t_{i+1,j}^H \geq t_{ij}^O$?
47. Что означает неравенство $t_{i+1,j}^H < t_{ij}^O$?
48. В какой последовательности ведутся расчеты по столбцам?
49. От каких величин зависит коэффициент плотности матрицы?
50. От каких величин зависит коэффициент совмещенности?
51. Что характеризует величина коэффициента плотности матрицы?
52. Что характеризует величина коэффициента совмещенности?
53. Что показывает рассчитанная матрица?
54. Какая информация содержится в рассчитанной матрице?
55. От каких величин зависит общая продолжительность строительства?

ЗАНЯТИЕ 7

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕРИТМИЧНЫХ ПОТОКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОЧЕРЕДНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

1. Методы оптимизации неритмичных потоков.
2. Решение задач с использованием матричного алгоритма.

При возведении производственных объектов, застройке жилых массивов с применением поточных методов организации строительного производства необходимо определить минимальную или хотя бы близкую к ней продолжительность выполнения работ. Это достигается решением задачи по оптимизации и определению рациональной очередности строительства. Эта задача относится к классу комбинаторных задач программирования. Оптимальное решение может быть найдено непосредственными расчетами продолжительности выполнения работ при каждом возможном варианте очередности перехода бригад с участка на участок, с объекта на объект. Однако с увеличением количества участков или специализированных потоков сверх 3 – 4 в связи с тем, что количество вариантов, устанавливающих очередность возведения, определяется числом перестановок (n -факториал), это трудноосуществимо вследствие большого количества вариантов. Например, если имеется 5 объектов, необходимо рассмотреть 5! перестановок, т.е. $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$; если 10 – 3628800 вариантов. Точного упрощенного способа решения этой задачи не существует, используются различные приближенные методы. В качестве приближенного можно использовать матричный алгоритм или решение задачи с использованием разновидностей транспортной задачи.

Решение задачи с использованием матричного алгоритма

Последовательность решения задачи следующая. Составляется исходная матрица и выполняется расчет строительного потока. По расчетам выделяется ведущий специализированный поток, имеющий наибольшую длительность $T_{бр\ i}$.

Затем по каждой строке матрицы подсчитывают рабочее время до ведущего процесса (t_{nped}) и после него (t_{noc}). Результаты подсчета заносятся в дополнительную графу в виде дроби $\frac{\sum t_{nped}}{\sum t_{noc}}$. Если ведущим потоком является первый или последний, то t_{nped} или t_{noc} соответственно обращается в 0.

Одновременно вычисляется разность между продолжительностью последнего процесса и первого ($t_n - t_1$), и данный результат записывается во вторую дополнительную графу матрицы с соответствующим знаком. С использованием данные обеих дополнительных граф строится новая матрица по правилу дроби и по правилу разности.

Объекты с их временными характеристиками записываются одновременно сверху и снизу. В первую строку (рис. 7.1) матрицы вписывается объект с минимальным значением числителя – $\sum t_{n\text{ред}}$ и максимальным значением разности ($t_n - t_1$), а в последнюю строку – объект с минимальным значением знаменателя дроби – $\sum t_{n\text{ос}}$ и минимальным значением разности. При дальнейшем заполнении строк матрицы числитель и знаменатель дроби постоянно увеличиваются к середине, а разность от максимума в первой строке стремится к минимуму в последней. В отдельных случаях между правилом дроби и правилом разности может иметь место противоречие, тогда составляются две матрицы и поочередно применяются оба правила.

	Процессы						$\frac{\sum t_{n\text{ред}}}{\sum t_{n\text{ос}}}$	$t_n - t_1$	Расположение объектов в новой матрице
	1	2	3	4	...	n			
Объекты							$\sum t_{n\text{ред}} - \min$	$t_n - t_1, \max$	I
							$\sum t_{n\text{ос}} - \min$	$t_n - t_1, \min$	N

Рис. 7.1. Правила заполнения оптимизированной матрицы

Использование такого способа для расположения объектов в новой очередности их возведения не обеспечивает получения наименьшего срока строительства, но в большинстве случаев позволяет его сократить, хотя возможно и обратное явление, когда срок увеличивается; поэтому проверочные расчеты обязательны.

Пример расчета

Задан неритмичный поток в виде матрицы. По правилам, изложенным на занятии 6, производим его расчет. По данным дополнительной строки находим процесс наибольшей длительности. Это будет процесс № 2

с длительностью 28 единиц времени. Его принимаем за ведущий. По каждой строке матрицы подсчитывали время до ведущего процесса:

$$t_{пред\ 1} = t_{11} = 2;$$

$$t_{пред\ 2} = t_{12} = 5;$$

$$t_{пред\ 3} = t_{13} = 7;$$

$$t_{пред\ 4} = t_{14} = 4;$$

$$t_{пред\ 5} = t_{15} = 6.$$

Подсчитываем для каждой строки t :

$$t_{noc\ 1} = t_{31} + t_{41} = 1 + 7 = 8;$$

$$t_{noc\ 2} = t_{32} + t_{42} = 9 + 3 = 12;$$

$$t_{noc\ 3} = t_{33} + t_{43} = 7 + 8 = 15;$$

$$t_{noc\ 4} = t_{34} + t_{44} = 1 + 2 = 3;$$

$$t_{noc\ 5} = t_{35} + t_{45} = 4 + 6 = 10.$$

Составляем матричную модель (рис. 7.2).

$\begin{matrix} i \\ j \end{matrix}$		Процессы				$\frac{\sum t_{пред}}{\sum t_{noc}}$	$t_n - t_1$
		1	2	3	4		
Объекты	I	0 2 2	4 2 7	14 1 15	21 7 28	$\frac{2}{8}$	+5
	II	2 5 7	7 8 15	15 9 24	28 3 31	$\frac{5}{12}$	-2
	III	7 7 14	15 4 19	24 7 31	31 8 39	$\frac{7}{15}$	+1
	IV	14 4 18	19 7 26	31 1 32	39 2 41	$\frac{4}{3}$	-2
	V	18 6 24	26 6 32	32 4 36	41 6 47	$\frac{6}{10}$	0
	$T_{б\ p\ i}$	24	28	22	26		
Σt_{op}		6	17	22			

Рис. 7.2. Матричная модель

$$K_{nl} = \frac{100}{145} = 0,7;$$

$$K_c = \frac{100 - 47}{100} = 0,53.$$

Следующим этапом вычисляем для каждой строчки разность между продолжительностью последнего процесса и первого и записываем ее во вторую дополнительную графу с соответствующим знаком. Используя данные последних двух граф, строим новую матрицу, в которой на первые места ставится объект № 1, т.к. у него самый малый числитель дроби (2) и максимальное значение разности ($t_n - t_1$), равное +5. В последнюю строку матрицы ставим объект № 4, т.к. у него минимальное значение знаменателя дроби (3) и минимальное значение разности (–2).

На второе место в матрице претендуют объекты № 2 и № 3; у одного из них, № 2, минимальное значение числителя дроби по сравнению с оставшимися № 3 и № 5 ($5 < 7$; $5 < 6$), однако у него и минимальное значение разности ($-2 < 1$; $-2 < 0$), поэтому составляем две матрицы, у одной из которых на втором месте будет объект № 2, а у другой – объект № 3. На четвертое место у обеих матриц ставим объект № 5, т.к. у него минимальное значение частного дроби ($10 < 12$; $10 < 15$) (рис. 7.3, 7.4).

$\begin{matrix} i \\ j \end{matrix}$		Процессы				$\frac{\sum t_{пред}}{\sum t_{noc}}$	$t_n - t_1$
		1	2	3	4		
Объекты	I	0 2 2	5 3 8	15 1 16	22 7 29	$\frac{2}{8}$	+5
	II	2 5 7	8 1 16	16 9 25	29 3 32	$\frac{5}{12}$	–2
	III	7 7 14	16 2 20	25 7 32	32 8 40	$\frac{7}{15}$	+1
	V	14 6 20	20 6 26	32 4 36	40 6 46	$\frac{6}{10}$	0
	IV	20 4 24	26 7 33	36 1 37	46 2 48	$\frac{4}{3}$	–2
Σt_{op}		8	21	23			

Рис. 7.3. Матричная модель после оптимизации

$j \backslash i$		Процессы				$\frac{\sum t_{пред}}{\sum t_{noc}}$	$t_n - t_1$
		1	2	3	4		
Объекты	I	0 2 2	7 ×5 10	14 ×4 15	17 ×2 24	$\frac{2}{8}$	+5
	III	2 7 9	10 ×1 14	15 ×1 22	24 ×2 32	$\frac{7}{15}$	+1
	II	9 5 14	14 8 22	22 9 31	32 ×1 35	$\frac{5}{12}$	-2
	V	14 6 20	22 ×2 28	31 ×3 35	35 6 41	$\frac{6}{10}$	0
	IV	20 4 24	28 ×4 35	35 1 36	41 ×5 43	$\frac{4}{3}$	-2
	$T_{бp i}$						
$\Sigma t_{опz}$		12	8	10			

Рис. 7.4. Матричная модель после оптимизации

После построения новых матриц производим их расчет. Первая матрица (см. рис. 7.3) в результате оптимизации удлиняет сроки строительства на 1 единицу времени. Однако второй вариант оптимизированной матрицы (см. рис. 7.4) сокращает продолжительность строительства на 4 единицы времени, соответственно, у второго варианта выше и коэффициент плотности, и коэффициент совмещения совместных работ.

Вывод: с целью сокращения сроков строительства объекты необходимо возводить в следующей последовательности:

- 1) объект № 1;
- 2) объект № 3;
- 3) объект № 2;
- 4) объект № 5;
- 5) объект № 4.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую продолжительность работ необходимо определить при возведении производственных объектов, застройке жилых массивов с применением поточных методов организации строительного производства?
2. При решении каких задач определяется минимальная или близкая к ней продолжительность работ, выполняемых поточно?
3. Что определяется при решении задачи оптимизации и определении рациональной очередности строительства?
4. Для решения какой задачи можно использовать матричный алгоритм?
5. На основе чего выделяется ведущий специализированный поток?
6. Что такое ведущий специализированный поток?
7. Какой специализированный поток имеет наибольшую продолжительность?
8. Какой промежуток времени рассчитывают до ведущего процесса?
9. Какой промежуток времени определяют после ведущего процесса?
10. Что обозначают символом $t_{пред}$?
11. Что обозначают символом t_{noc} ?
12. Куда записываются значения $t_{пред}$ и t_{noc} ?
13. В виде чего записываются значения $t_{пред}$ и t_{noc} ?
14. Чему равно $t_{пред}$, если ведущим процессом является первый?
15. Чему равно t_{noc} , если ведущим процессом является последний процесс?
16. В каком случае $t_{пред} = 0$?
17. В каком случае $t_{noc} = 0$?
18. Куда записывается разность между продолжительностью последнего и первого процесса?
19. На основе каких правил строится оптимизированная модель?
20. Какой объект в оптимизированной матрице ставится на первое место?
21. Какой объект в оптимизированной матрице ставится на последнее место?
22. В какую строку матрицы записывается объект с минимальным значением числителя ($\Sigma t_{пред}$) и максимальным значением разности ($t_n - t_1$)?
23. В какую строку матрицы записывается объект с минимальным значением знаменателя (Σt_{noc}) и минимальным значением разности ($t_n - t_1$)?
24. Что увеличивается к середине матрицы при ее заполнении?
25. Что уменьшается от первой до последней строки матрицы?
26. Как поступают в случае противоречия между правилами дроби и разности?
27. В каких случаях строится несколько оптимизированных матриц?
28. Можно ли с использованием матричного алгоритма расположить объекты в такой последовательности, что общий срок их строительства будет наименьшим?
29. Почему после окончания оптимизации необходимо выполнить проверочный расчет?
30. За счет чего изменяется общий срок производства работ при изменении очередности включения объектов в поток?

ЗАНЯТИЕ 8

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

1. Основные элементы сетевой модели.
2. Логическое правило построения сети.
3. Графические правила.
4. Решение задач.

Работа – это производственный процесс, требующий затрат ресурсов (материальных, технических, трудовых) и времени, который приводит к достижению определенного результата (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Изображение действительной работы

Ожидание – это технологический или организационный перерыв, в течение которого нет потребности ни в трудовых, ни в материальных ресурсах, расходуется лишь время, необходимое или в связи с организацией работ, или из соображения технологии производства отдельных работ (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Изображение ожидания

Для отражения реальных технологических или организационных взаимосвязей между реальными работами используется *фиктивная работа* или зависимость (рис. 8.3).

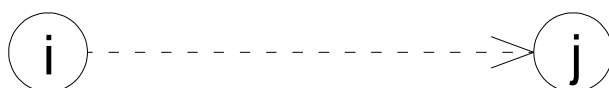


Рис. 8.3. Изображение фиктивной работы

Событие представляет собой результат окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ (рис. 8.4).

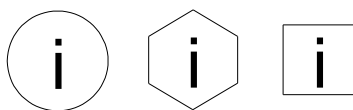


Рис. 8.4. Изображение события

Путь в сетевой модели – это непрерывная последовательность работ между какими-либо событиями (начальными и конечными).

Путь характеризуется продолжительностью (длиной, которая равна суммарной продолжительности работ, находящихся на данном пути). Путь обозначается номерами событий составляющих его работ (рис. 8.5).

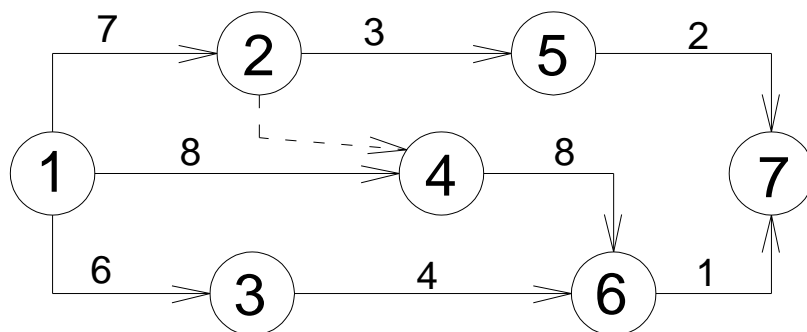


Рис. 8.5. Сетевая модель

$$L_{1,3,6,7} = t_{1-2} + t_{3-6} + t_{6-7} = 6 + 4 + 1 = 11;$$

$$L_{1,4,6,7} = t_{1-4} + t_{4-6} + t_{6-7} = 8 + 8 + 1 = 17;$$

$$L_{1,2,5,7} = t_{1-2} + t_{2-5} + t_{5-7} = 7 + 3 + 2 = 12;$$

$$L_{1,2,4,6,7} = t_{1-2} + t_{2-4} + t_{4-6} + t_{6-7} = 7 + 0 + 8 + 1 = 16.$$

Путь между начальным и завершающим событиями сетевого графика, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим (см. рис. 8.5), $L_{1,2,3,4}$ – критический путь. Составляющие его работы называются критическими.

При построении сети необходимо руководствоваться логическим правилом, которое применяется для адекватного изображения технологии и организации работ в конкретных условиях их выполнения (рис. 8.6).

Для каждой работы необходимо определить:

- на первом этапе – какие работы должны быть выполнены до ее начала;
- на втором этапе – какие можно начинать после окончания данной работы;
- на третьем этапе – какие можно выполнять параллельно с выполнением данной работы.

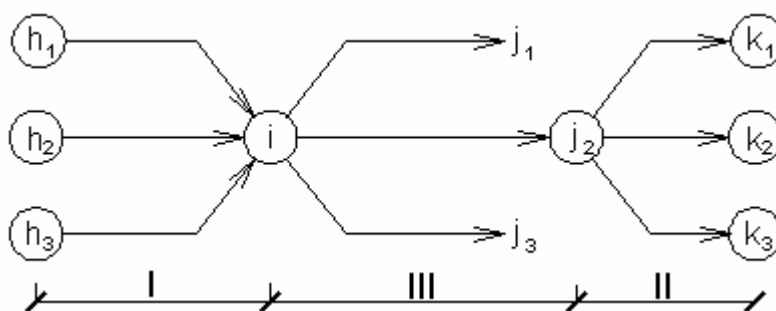


Рис. 8.6. Этапы логического правила

Во время построения сети необходимо соблюдать следующие правила:

1. В сетевой модели не должно быть работ, имеющих одинаковые коды (рис. 8.7).

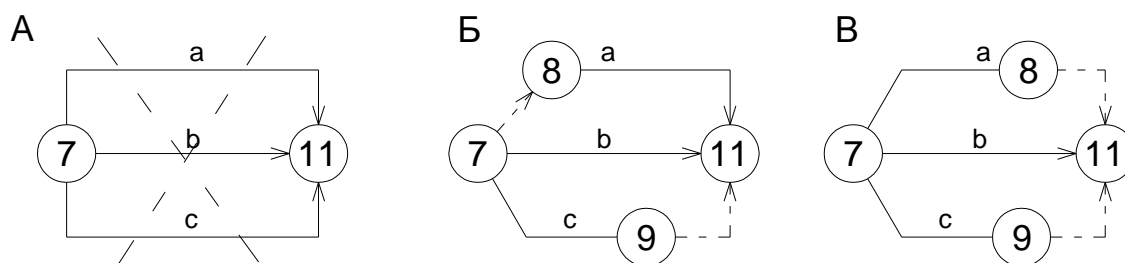


Рис. 8.7. Изображение параллельно выполненных работ:

- А – неправильно; Б, В – правильно; А – $a \rightarrow 7 - 11$; $b \rightarrow 7, 11$; $c \rightarrow 7 - 1$;
 Б – $a \rightarrow 8 - 11$; $b \rightarrow 7, 11$; $c \rightarrow 7 - 9$; В – $a \rightarrow 7 - 8$; $b \rightarrow 7, 11$; $c \rightarrow 7 - 11$

2. Если работа может начинаться после частичного выполнения предшествующей, то последнюю необходимо разбивать на части, каждая из которых в модели считается самостоятельной работой. При этом суммарная продолжительность отдельных частей работы равна ее общей продолжительности (неразделенной на части) (рис. 8.8).

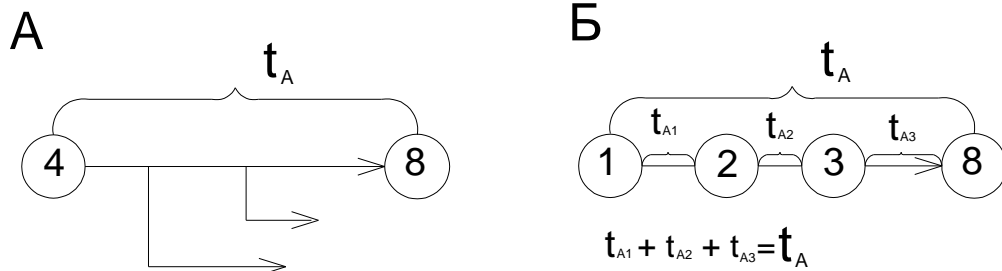


Рис. 8.8. Изображение деления работы на части (*а* – неправильно; *б* – правильно)

3. Изображение дифференциально-зависимых работ следует выполнять с введением дополнительных событий и зависимостей (рис. 8.9).

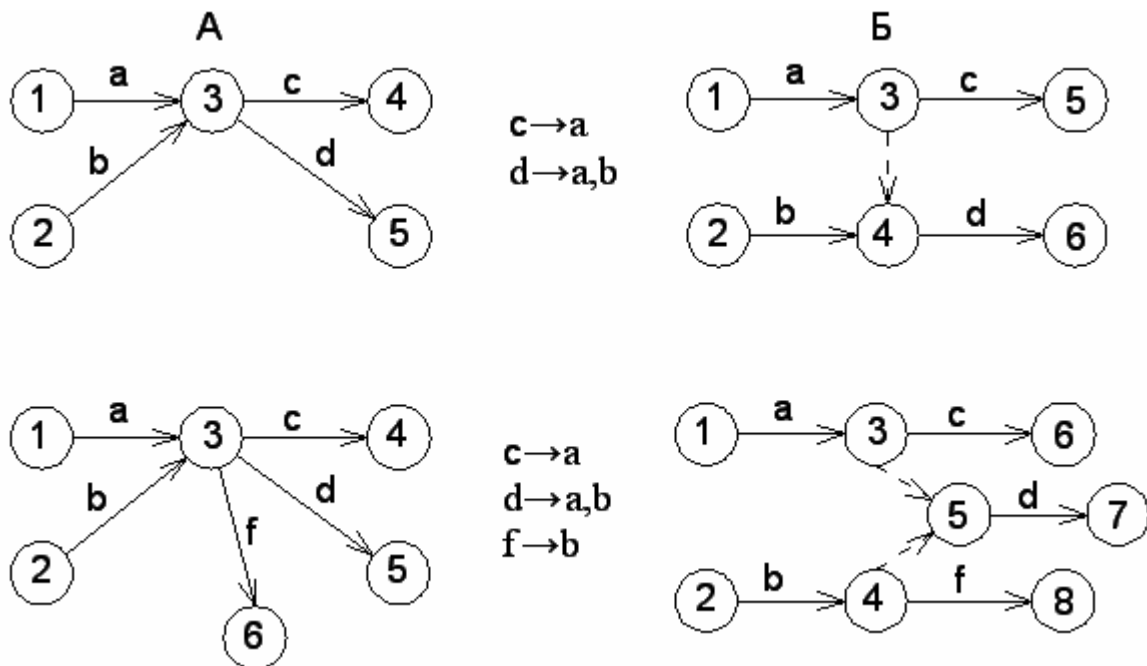


Рис. 8.9. Изображение дифференциально-зависимых работ (*а* – неправильно; *б* – правильно)

4. В сетевой модели не допускается наличие замкнутых контуров, т.е. цепочек работ, которые возвращались бы в более раннее событие (рис. 8.10).

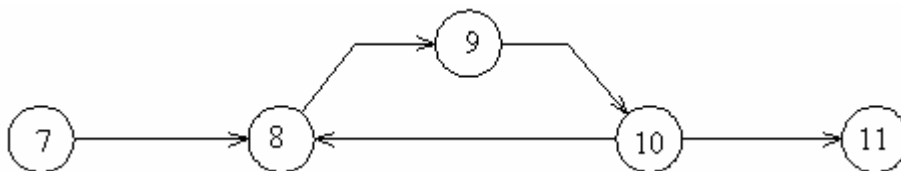


Рис. 8.10. Замкнутый контур (цепь 8-9-10-8)

5. В сетевой модели не должно быть «тупиков», т.е. событий, из которых не выходит ни одной работы, кроме завершающего события. Не должно быть также и «хвостов», т.е. событий, в которые не входит ни одна работа, кроме исходного события для всей сети (рис. 8.11).

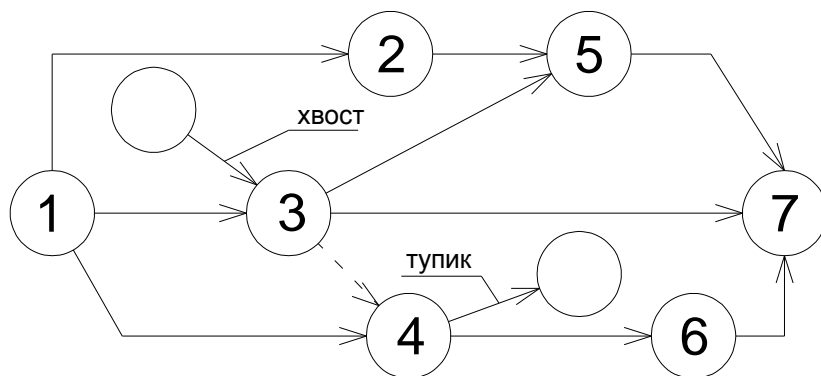


Рис. 8.11. Недопустимые элементы на сетевой модели

Задача 1

При заданных зависимостях начала одних работ от полного или частичного окончания других и при условии, что работы А и Б начинаются одновременно, построить сетевую модель с минимальным числом фиктивных связей и пересечений.

При построении модели используем следующие правила:

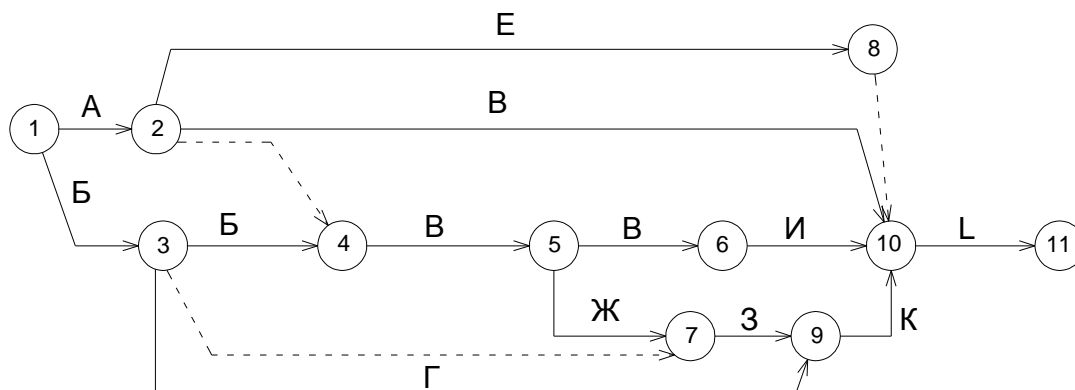
- работы, выполняемые одновременно, должны выходить из одного события;
- между двумя событиями нельзя проводить две стрелки (две работы), а нужно вводить дополнительное событие и зависимость (пунктирная стрелка);

Зависимость между началом и окончанием работ

Окончание	Начало
–	А
–	Б
А, Б	В
Б (часть)	Г
А	В
А	Е
В (часть)	Ж
Ж, Б (часть)	З
В	И
З, Г	К
В, Е, И, К	Л

– если последняя работа зависит от части предшествующей, то последнюю следует изображать двумя стрелками, вводя между ними промежуточное событие (B_1 и B_2 ; V_1 и V_2).

Фрагмент сетевой модели представлен на рисунке.



Сетевая модель, построенная на основе зависимостей между работами

Задача 2

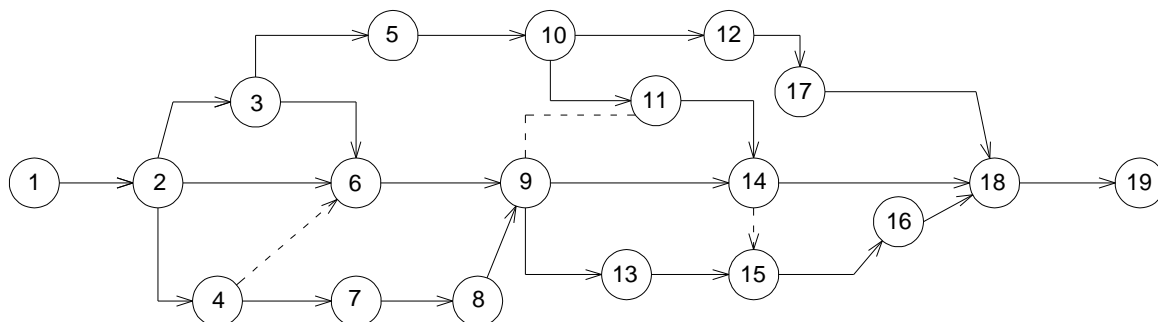
По заданным кодам работ i, j (табл. 1) построить фрагмент сетевой модели, избегая лишних пересечений, и для каждой работы определить предшествующие и последующие работы, определить логическую взаимосвязь между работами.

Таблица 1

Исходные данные для построения сетевой модели

Код работ $i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$	$i-j$
1-2	2-6	4-6	6-9	9-11	10-11	12-17	14-18	17-18
2-3	3-5	4-7	7-8	9-13	10-12	13-15	15-16	18-19
2-4	3-6	5-10	8-9	9-14	11-14	14-15	16-18	

Руководствуясь кодами работ, строим сетевую модель (см. рис.).



Сетевая модель, построенная на основе кодов

В соответствии с сетевой моделью (см. рис.) определяем для каждой работы предшествующие и последующие работы (табл. 2).

Таблица 2

Логическая взаимосвязь между работами

Предшествующие работы $h-i$	Рассматриваемая работа $i-j$	Последующая работа $j-k$
–	1–2	2–3 2–4 2–6
1–2	2–3	3–5 3–6
1–2	2–4	4–6 4–7
1–2	2–6	6–9
2–3	3–5	5–10
2–4	4–6	4–9
3–5	5–10	10–11 10–12
2–6 3–6 4–6	6–9	9–10 9–14
4–7	7–8	8–9
7–9	8–9	9–11 9–13 9–14
6–9 8–9	9–11	11–14
5–10	10–11	11–14
9–11 10–11	11–14	14–15 14–18
10–12	12–17	17–18
9–13	13–15	15–16
9–14 11–14	14–18	18–19
14–15 13–15	15–16	16–18
15–16	16–18	18–19
12–17	17–18	18–19
14–18 16–18 17–18	18–19	–

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое работа в сетевой модели?
2. Что приводит к достижению определенного результата?
3. Каких затрат требует работа?
4. Каким элементом сетевой модели является производственный процесс, требующий затрат ресурсов и времени?
5. К чему приводит работа?
6. Как изображается работа на сетевой модели?
7. Какая информация указывается над стрелкой, изображающей работу?
8. Какая информация указывается под стрелкой, изображающей работу?
9. Где записывается продолжительность работы?
10. Где записывается количество рабочих, выполняющих работу?
11. Где указывается количество смен?
12. Где записывается наименование работы?
13. Где записывается объем работы?
14. Что такое ожидание в сетевой модели?
15. Каких затрат требует ожидание?
16. Что относится к ожиданию?
17. Каким элементом сетевой модели является технологический перерыв?
18. Каким элементом сетевой модели является организационный перерыв?
19. Какие ресурсы потребляются во время ожидания?
20. Потребление каких ресурсов отсутствует во время ожидания?
21. От чего зависит продолжительность ожидания?
22. Где записывается продолжительность ожидания?
23. Чему равно количество рабочих во время ожидания?
24. Во сколько смен ведутся работы во время ожидания?
25. Где записывается причина ожидания?
26. Как изображается ожидание в сетевой модели?
27. Для чего используется фиктивная работа?
28. В чем отличие фиктивной работы от зависимости?
29. Что общего у фиктивной работы и зависимости?
30. При помощи какого элемента в сетевой модели изображаются реальные взаимосвязи между реальными работами?
31. Какие взаимосвязи между работами отражает зависимость?
32. Какой элемент сетевой модели изображается штриховой линией?
33. Какой элемент сетевой модели изображается утолщенной линией?
34. Какой элемент сетевой модели изображается обычной линией?
35. Какая информация записывается над зависимостью?

36. Чему равна продолжительность зависимости?
37. Какая информация указывается под линией, изображающей зависимость?
38. Что означает штриховая линия на сетевой модели?
39. Что означает утолщенная линия на сетевой модели?
40. Что такое событие в сетевой модели?
41. Что является результатом окончания одной или нескольких работ, необходимым и достаточным для начала последующих работ?
42. Как изображается событие в сетевой модели?
43. Какой результат представляет событие?
44. Что такое путь в сетевой модели?
45. Чем является непрерывная последовательность работ в сетевой модели?
46. Чем характеризуется путь в сетевой модели?
47. Чему равна длина пути?
48. Чему равна суммарная продолжительность работ, находящихся на пути?
49. Как обозначается путь?
50. Как называется путь между начальным и завершающим событием сетевого графика, имеющий наибольшую продолжительность?
51. Какой путь называется критическим?
52. Как называется путь между начальным и завершающим событием сетевого графика, имеющий наименьшую продолжительность?
53. Как называются работы, составляющие критический путь?
54. Какие работы называются критическими?
55. Каким правилом необходимо пользоваться при построении сетевой модели?
56. Для чего предназначено логическое правило?
57. Чем необходимо руководствоваться при построении сети?
58. Какое правило предназначено для адекватного изображения технологии и организации работ?
59. Сколько этапов содержит логическое правило?
60. Что необходимо выполнить на первом этапе?
61. Когда определяется, какие работы должны быть выполнены до начала данной работы?
62. Что необходимо выполнить на втором этапе?
63. Когда определяется, какие работы можно начинать после окончания данной работы?
64. Что необходимо выполнить на третьем этапе?
65. Когда определяется, какие работы можно выполнять параллельно с данной работой?
66. Как выглядит изображение логического правила?
67. Какие правила необходимо соблюдать во время построения сети?

68. Чего не должно быть в сетевой модели при изображении параллельно выполняемых работ?
69. Как правильно изображать параллельно выполняемые работы?
70. Где можно вводить дополнительные события при изображении параллельно выполняемых работ?
71. Когда работу необходимо делить на части?
72. Что необходимо делать с работой, если до ее завершения можно начинать другие работы?
73. Чем являются отдельные части работы в сетевой модели при ее делении на части?
74. Как изображается в сетевой модели работа, разбитая на части?
75. Чему равна суммарная продолжительность отдельных частей работы?
76. Изменяется ли продолжительность работы при ее делении на части?
77. С введением чего следует выполнять изображение дифференциально-зависимых работ?
78. Что такое дифференциально-зависимые работы?
79. Изображение каких работ следует выполнять с введением дополнительных событий и зависимостей?
80. В чем отличие правильного и неправильного изображения в сетевой модели дифференциально-зависимых работ?
81. Наличие чего не допускается в сетевой модели?
82. Что такое замкнутый контур?
83. Как называется цепочка работ, возвращающаяся в более раннее событие?
84. Чего не должно быть в сетевой модели?
85. Как называются события, за исключением первого, в которые не входит ни одна работа?
86. Что такое «хвост»?
87. Как называется событие, кроме последнего, из которого не выходит ни одна работа?
88. Что такое «тупик»?
89. В результате чего появляется замкнутый контур?
90. Как избавиться от замкнутого контура?
91. В результате чего появляется «хвост»?
92. Как избавиться от «хвоста»?
93. В результате чего появляется «тупик»?
94. Как избавиться от «тупика»?
95. Сколько событий в сетевой модели должно быть без входящих работ?
96. Сколько событий в сетевой модели должно быть без выходящих работ?
97. Перечислите недопустимые элементы сетевой модели.

ЗАНЯТИЕ 9

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

1. Расчетные параметры сетевых графиков.
2. Расчет сетевого графика графическим методом.
3. Расчет сетевого графика табличным методом.
4. Решение задач.

Существуют аналитический, графический и табличный методы расчета сетевых графиков. Известно достаточно много алгоритмов расчета, использующих различные параметры и предназначенных для решения определенных классов задач. В основу алгоритмов положены логические правила построения сетевых моделей.

9.1. Расчет сетевого графика по характеристикам событий непосредственно на модели

При использовании этого алгоритма события сетевого графика изображаются в увеличенном масштабе и делятся на четыре сектора (рис. 9.1).

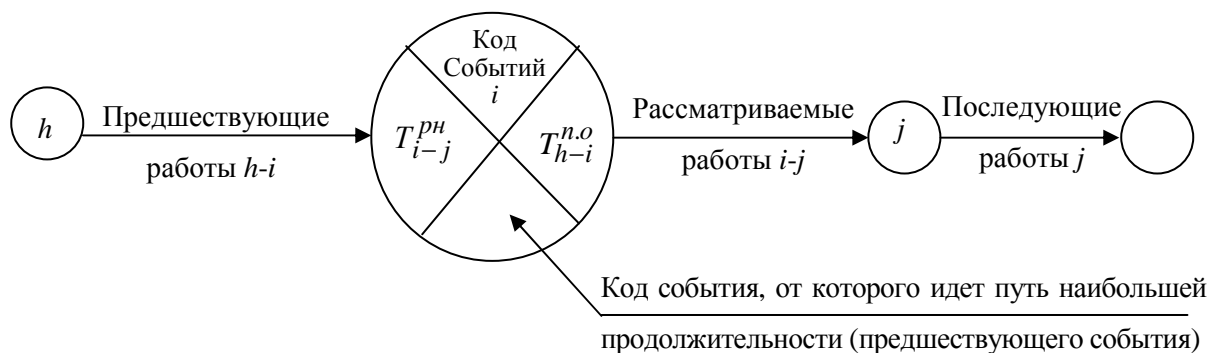


Рис. 9.1. Размещение информации в секторе событий

Графический метод основан на следующих правилах.

Ранние начала исходных работ графика принимаются равными нулю.

Раннее начало работы T_{i-j} – самый ранний из возможных сроков начала работы, обусловленный выполнением всех предшествующих работ (рис. 9.2).

Ранние начала последующих работ равны наибольшей из сумм ранних начал и продолжительностей предшествующих работ;

$$T_{i-j}^{p.H} = \max(T_{h-i}^{p.H} + t_{h-i}).$$

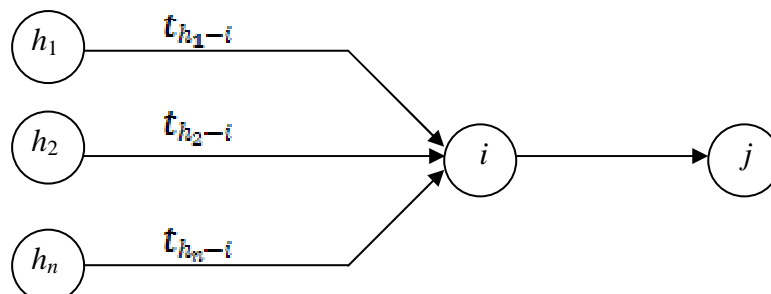


Рис. 9.2. Определение раннего начала работы

Раннее окончание работы $T_{i-j}^{p.o}$ – самый ранний из возможных сроков окончания работы или время окончания работы, начатой в ранний срок;

$$T_{i-j}^{p.ш} = T_{i-j}^{p.H} + t_{i-j}$$

Расчет ранних сроков приведен на рис. 9.3.

В последнем событии графика число в левом секторе означает длину критического пути в днях. Это число переносят в правый сектор как позднее окончание входящих работ (см. рис. 9.3).

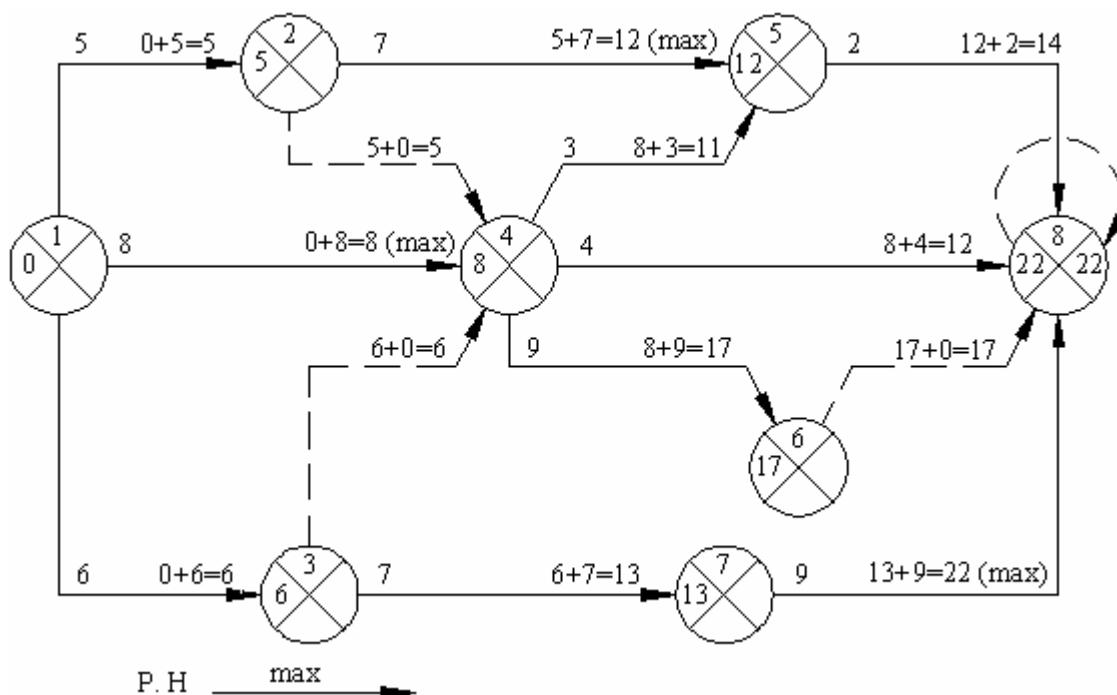


Рис. 9.3. Расчет ранних начал на графике

Позднее окончание работы $T_{i-j}^{n.o}$ – самый поздний из допустимых сроков окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ сетевого графика.

Расчет поздних окончаний (значений правого сектора) ведут от завершающего события к начальному. Позднее окончание работы равно наименьшей из разностей поздних окончаний последующих работ и их продолжительностей:

$$T_{i-j}^{n.o} = \min(T_{j-k}^{n.o} - t_{j-k}).$$

Позднее начало работы $T_{i-j}^{n.n}$ – самый поздний срок начала работы, при котором продолжительность критического пути не меняется:

$$T_{i-j}^{n.n} = T_{j-k}^{n.o} - t_{i-j}.$$

Расчет поздних сроков представлен на рис. 9.4.

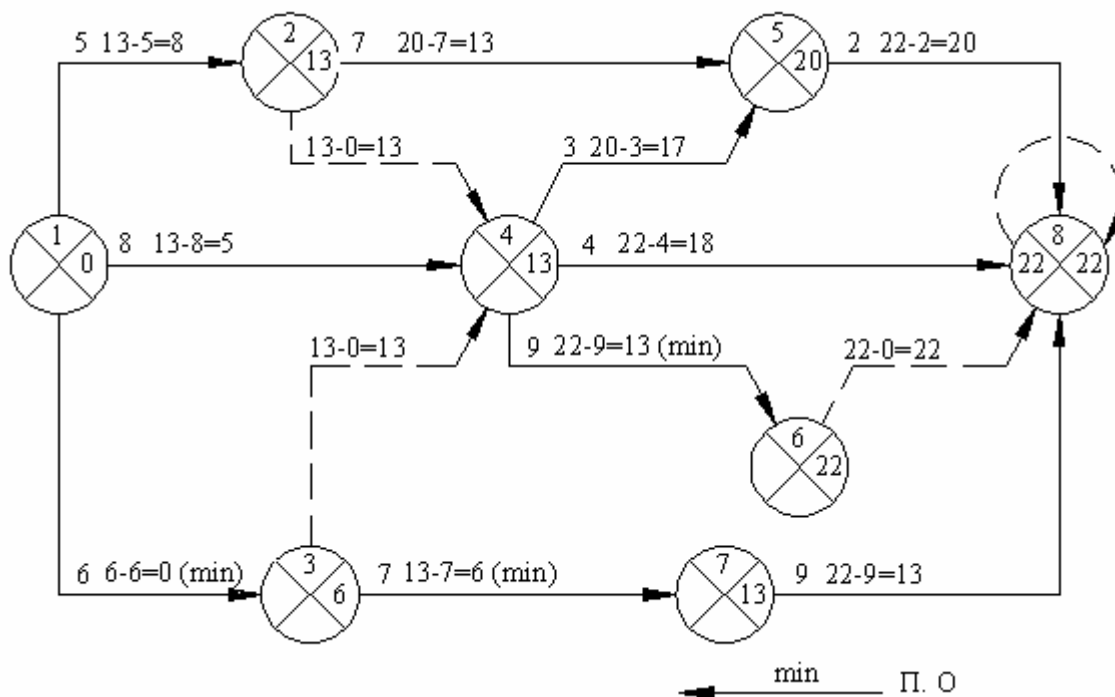


Рис. 9.4. Расчет поздних окончаний работ на графике

Для определения критического пути необходимо определить резервы времени работ.

Частный резерв времени – это время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность, не изменяя раннее начало последующих работ:

$$r_{i-j} = T_{j-k}^{p.n} - (T_{i-j}^{p.n} + t_{i-j}).$$

Общий размер времени – это время, на которое можно отодвинуть начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения критического пути, т.е. общего срока строительства:

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{n.o} - (T_{i-j}^{p.n} + t_{i-j}).$$

Схема определения резервов времени приведена на рис. 9.5.

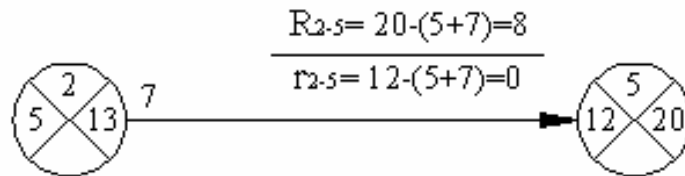


Рис. 9.5. Определение резервов времени работы

Работы, у которых частный и общий резерв времени совпадают и равны нулю, образуют критический путь.

9.2. Расчет сетевого графика табличным методом

Расчет сетевого графика (СГ) табличным методом основывается на тех же зависимостях, что и расчет СГ непосредственно на графике. Основное достоинство рассматриваемого метода – это получение в одной таблице всех временных параметров работ, что не перегружает модель излишней информацией.

Расчет сетевого графика в табличной форме начинается с упорядоченной записи работ в расчетную таблицу. Желательно запись работ сетевого графика производить с соблюдением следующих принципов:

- последующие работы не могут быть записаны в таблицу, если в ней нет всех предшествующих работ;
- работы с общим начальным событием записываются подряд.

Первый этап. Определение ранних сроков начала и окончания работ. Для первых работ сети равные начала принимаются равными нулю. В табл. 9.1 стрелками показан ход рассуждений при выполнении расчетов.

Таблица 9.1

Расчет ранних сроков сетевого графика

Номер начального события предыдущих работ	Шифр работы i-j	Продолжительность работы t_{i-j}	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы		Отметки критического пути
			$T_{i-j}^{р.н.}$	$T_{i-j}^{р.о.}$	$T_{i-j}^{п.н.}$	$T_{i-j}^{п.о.}$	$R_{i-j}^{гр.7-гр.5}$	r_{i-j}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	1 - ②	5	0	⑤					
-	1 - 3	9	0	⑨					
-	1 - 4	8	0	⑧					
1	2 - 5	9	5	⑭					
1	3 - 5	0	9	⑨					
1	3 - 6	13	9	22					
1	4 - 7	8	8	16					
2,3	⑤ - 8	9	14	23					
3	6 - 7	10	22	32					
3	6 - 9	4	22	26					
4,6	7 - 9	0	32	32					
4,6	7 - 10	8	32	40					
5	8 - 9	4	23	27					
6,7,8	9 - ⑪	8	32	40					
7	10 - ⑪	7	40	④7					

Второй этап. Определение поздних сроков. Расчет $T_{i-j}^{n.o}$ и $T_{i-j}^{n.n}$ ведется начиная с завершающего события. Для завершающего события $T_{i-j}^{n.o}$ принимаем равным максимальному $T_{i-j}^{p.o}$ работ, входящих в последнее событие (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Расчет поздних сроков сетевого графика

Номер начального события предыдущих работ	Шифр работы i-j	Продолжительность работы ti-j	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы		Отметки критического пути
			$T_{i-j}^{p.n.}$	$T_{i-j}^{p.o.}$	$T_{i-j}^{n.n.}$	$T_{i-j}^{n.o.}$	R_{i-j} гр.7- гр.5	r_{i-j}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	1 - 2	5			12	17			
-	1 - 3	9			0	9			
-	1 - 4	8			16	24			
1	2 - 5	9			17	26			
1	3 - 5	0			26	26			
1	3 - 6	13			9	22			
1	4 - 7	8			24	32			
2,3	5 - 8	9			26	35			
3	6 - 7	10			22	32			
3	6 - 9	4			35	39			
4,6	7 - 9	0			39	39			
4,6	7 - 10	8			32	40			
5	8 - 9	4			35	39			
6,7,8	9 - 11	8			40	47			
7	10 - 11	7			40	47			

Третий этап. Определение частного резерва времени $r_{i,j}$. Частный резерв времени определяется как разность между ранним началом $T_{i-j}^{p.n.}$ по-

следующей работы (графа 4 табл. 9.3) и ранним окончанием $T_{i-j}^{p.o.}$ данной работы (см. табл. 9.3).

Таблица 9.3

Расчет резервов времени

Номер начального события предыдущих работ	Шифр работы i-j	Продолжительность работы t_{i-j}	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы		Отметки критического пути
			$T_{i-j}^{p.n.}$	$T_{i-j}^{p.o.}$	$T_{i-j}^{п.н.}$	$T_{i-j}^{п.о.}$	R_{i-j} гр. 7- гр. 5	r_{i-j}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	1 - ②	5	0	⑤ ⊖	12	17	12	0	
-	1 - ③	9	0	⑨ ⊖	0	9	0	0	+
-	1 - ④	8	0	⑧ ⊖	16	24	16	0	
1	2 - ⑤	9	⑤	⑤	14	17	26	12	0
1	3 - ⑤	0	⑨	⑨	26	26	17	5	
1	3 - ⑥	13	9	⑥	22	9	22	0	+
1	4 - ⑦	8	⑧	⑧	16	24	32	16	
2,3	5 - ⑧	9	14	⑧	23	26	35	12	0
3	6 - ⑦	10	22	⑦	32	22	32	0	+
3	6 - ⑨	4	22	⑨	26	35	39	13	6
4,6	⑦ - ⑨	0	③②	③②	32	39	39	7	0
4,6	⑦ - ⑩	8	③②	③②	40	32	40	0	+
5	8 - ⑨	4	23	⑨	27	35	39	12	5
6,7,8	9 - ⑪	8	32	④⑦	40	39	47	7	7
7	10 - ⑪	7	40	④⑦	47	40	47	0	+

Для проверки правильности расчета необходимо помнить, что работы, не имеющие общего резерва времени, не имеют частного резерва; $R_{i-j} \geq r_{i-j} \geq 0$. Критический путь не имеет резервов; $L_{кр} - 1-3, 3-6, 6-7, 7-10, 10-11$.

Работы, не находящиеся на критическом пути, имеют общий и частный резерв времени.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют методы расчета сетевых моделей?
2. Какие алгоритмы расчета сетевых моделей существуют?
3. Для чего предназначены алгоритмы расчета сетевых моделей?
4. Что применяется для решения определенных классов задач?
5. Что положено в основу алгоритмов расчета?
6. Основой чего служат логические правила построения сетевых моделей?
7. Каким изображается событие при использовании алгоритма расчета?
8. На сколько секторов разбивается событие в сетевой модели?
9. Какая информация записывается в верхнем секторе события?
10. Какая информация записывается в нижнем секторе события?
11. Какая информация записывается в левом секторе события?
12. Какая информация записывается в правом секторе события?
13. В каком секторе указывается номер события?
14. В каком секторе указывается номер предшествующего события?
15. Что такое предшествующее событие?
16. В каком секторе указывается раннее начало рассматриваемой работы?
17. В каком секторе указывается позднее окончание предшествующей работы?
18. Что такое предшествующая работа?
19. Что такое последующая работа?
20. На чем основан графический метод расчета?
21. Чему равно раннее начало исходных работ?
22. Начало каких работ принимается за ноль?
23. Что такое раннее начало работы?
24. Чем обусловлено раннее начало работы?
25. Что обусловлено выполнением всех предшествующих работ?
26. Чему равно раннее начало последующих работ?
27. Чему равна наибольшая сумма ранних начал и продолжительности предшествующих работ?
28. Что такое раннее окончание работы?
29. Чему равно время окончания работы, начатой в ранний срок?
30. В каком направлении ведется расчет ранних сроков?
31. Что означает число левого сектора завершающего события?
32. В каком секторе записывается продолжительность критического пути?
33. В какой сектор записывается позднее окончание всех работ сетевого графика?
34. Как на графике рассчитывается позднее окончание всех работ?
35. Что такое позднее окончание работы?
36. При каком сроке окончания работы не увеличивается общая продолжительность работ сетевого графика?
37. Каким символом обозначается раннее начало работы?
38. Каким символом обозначается раннее окончание работы?
39. Каким символом обозначается позднее начало работы?
40. Каким символом обозначается позднее окончание работы?
41. От какого к какому событию ведется расчет поздних окончаний работ?
42. Чему равно позднее окончание работы?
43. Чему равна наименьшая из разностей поздних окончаний последующих работ и их продолжительностей?

44. Что такое позднее начало работы?
45. При каком сроке начала работы не изменяется продолжительность критического пути?
46. Для чего необходимо определять резервы времени?
47. Что такое критический путь?
48. Что такое частный резерв времени?
49. Какой показатель определяет время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность, не изменяя раннего начала последующих работ?
50. Что такое общий резерв времени?
51. Какой показатель определяет время, на которое можно отодвинуть начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения критического пути?
52. Каким символом обозначается частный резерв времени?
53. Каким символом обозначается общий резерв времени?
54. Какие работы образуют критический путь?
55. Для каких работ общий и частный резерв времени равен нулю?
56. На каких зависимостях основан табличный метод расчета сетевого графика?
57. В чем основное достоинство табличного метода расчета сетевого графика?
58. При каком методе расчета сетевого графика сетевая модель не перегружается излишней информацией?
59. С чего начинается расчет сетевого графика при табличном методе расчета?
60. С соблюдением каких принципов следует вести запись работ сетевого графика при табличном методе расчета?
61. При каком условии нельзя записывать в таблицу последующие работы?
62. Что нельзя записывать в таблицу, если в ней нет всех предшествующих работ?
63. В какой последовательности следует записывать работы с общим начальным событием?
64. Какие работы следует записывать подряд?
65. Что делается на первом этапе расчета сетевого графика табличным методом?
66. Чему равно раннее начало первой работы?
67. Что делается на втором этапе расчета сетевого графика табличным методом?
68. С какого события ведется расчет поздних сроков при расчете сетевого графика табличным методом?
69. Чему равно позднее окончание последней работы сетевого графика?
70. Что делается на третьем этапе расчета сетевого графика табличным методом?
71. Что необходимо проверить в процессе выполнения проверочного расчета?
72. Может ли работа иметь частный резерв времени с общим резервом, равным нулю?
73. Может ли частный резерв времени быть больше общего?
74. Может ли частный резерв времени равняться общему при их положительном значении?
75. На каком пути находятся работы с положительными резервами времени?
76. На каком пути находятся работы с равными нулю частным и общим резервами времени?
77. Работы какого пути имеют частный и общий резервы времени?

ЗАНЯТИЕ 10

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ ПРИ ПОТОЧНОМ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ

1. Определение ложных взаимосвязей между работами.
2. Построение сетевого графика для равномерного потока.
3. Построение сетевого графика для не ритмичного потока.
4. Решение задач.

Для изображения работ, выполняемых поточно, специально разработаны две организационно-технологические модели – циклограммная и матричная. Наряду с ними можно использовать и сетевую модель. При построении сетевой модели для поточного выполнения работ часто появляются ложные взаимосвязи, приводящие к неверному критическому пути и как следствие – к нереально короткому расчетному сроку строительства.

При построении сетевой модели при поточном выполнении работ необходимо строго соблюдать графическое правило изображения дифференциально-зависимых работ. При этом следует использовать принцип построения сетевых графиков по однородным работам. Принцип однородных работ состоит в том, что в отдельной строке (на горизонтальной линии) сетевого графика изображаются работы одного вида в очередности их выполнения по захваткам (рис. 10.1).

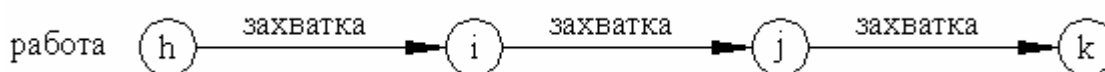


Рис. 10.1. Принцип однородных работ

Такое построение сетевого графика близко к линейному и позволяет решать оптимизационные ресурсные задачи.

Приведенные рекомендации рассмотрим на примере построения сетевой модели поточного выполнения работ. Матрица потока приведена на рис. 10.2.

На первом этапе строим и рассчитываем сетевую модель поточного выполнения работ с учетом только их технологической последовательности (рис. 10.3).

		Процессы			
		1	2	3	4
Захватки	I	3	6	5	2
	II	2	2	1	1
	III	7	3	4	7
	IV	5	3	6	3

Рис. 10.2. Матрица поточного выполнения работ

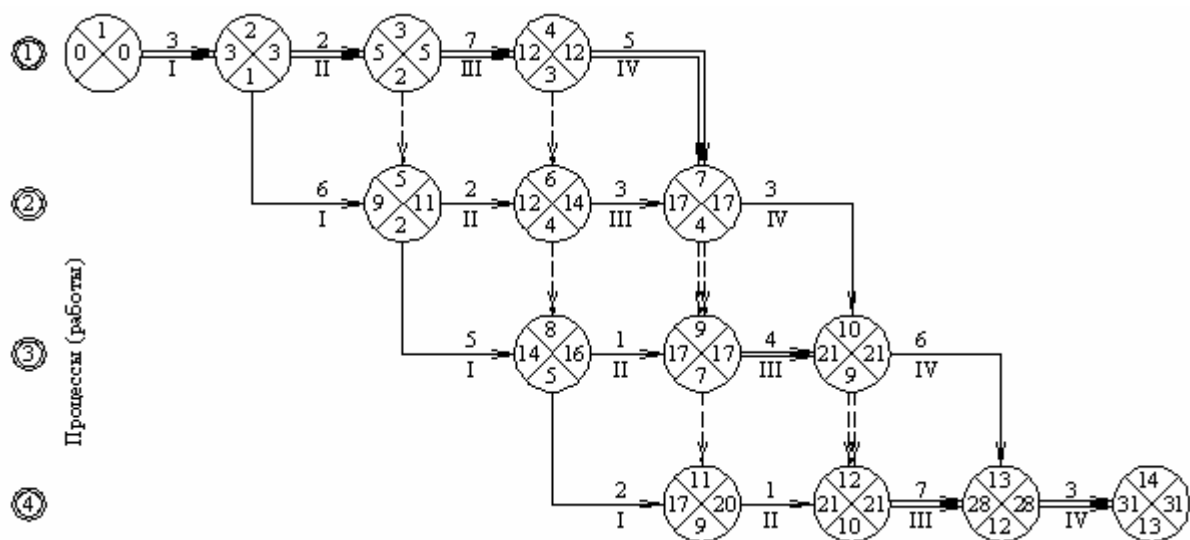


Рис. 10.3. Сетевая модель поточного выполнения работ с учетом только технологических зависимостей

В соответствии с построенной моделью начало третьего процесса на первой захватке из-за наличия зависимости (3-5) связано с окончанием первого процесса на второй захватке. Начало четвертого процесса на первой захватке из-за зависимостей (4-6) и (6-8) связано с окончанием первого процесса на третьей захватке и второго на второй захватке. Это противоречит логическому правилу и не соответствует реальному характеру взаимосвязей между работами. Это логическое противоречие приводит к неверному определению критического пути и как итог – к неправильному расчету продолжительности работ.

Для ликвидации ложных взаимосвязей между работами необходимо использовать графическое правило изображения дифференциально-зависимых работ, т.е. ввести дополнительные события и зависимости. После построения сетевой модели (рис. 10.4) и ее расчета определяем критический путь.

Как видно из рис. 10.4, критический путь поменял свое положение и изменилась его продолжительность. Студент также должен обратить внимание на то, что имеются и существенные неточности, например, работа 2 имеет перерыв между ее выполнением на третьей и четвертой захватках:

$$t_{8-9}^{p.o} = t_{8-9}^{n.o} = 15; \quad t_{10-16}^{p.n} = t_{10-16}^{n.n} = 17.$$

Но вторая работа закончилась на третьей захватке на 15-й день и должна начинаться на четвертой захватке на 15-й, а не на 17-й день, т.е. имеется перерыв в работе бригады 2 дня, что недопустимо в потоке.

Другим недостатком такого сетевого графика является то, что он отражает только действительные работы. Но в неритмичном потоке, как правило, имеются ожидания, которые модель (см. рис. 10.4) не отражает.

Для ликвидации неточностей выполним расчет неритмичного потока с использованием матричного алгоритма (рис. 10.5), а затем на его основе построим сетевую модель (рис. 10.6), линейный график (рис. 10.7) и циклограмму (рис. 10.8) выполнения процесса.

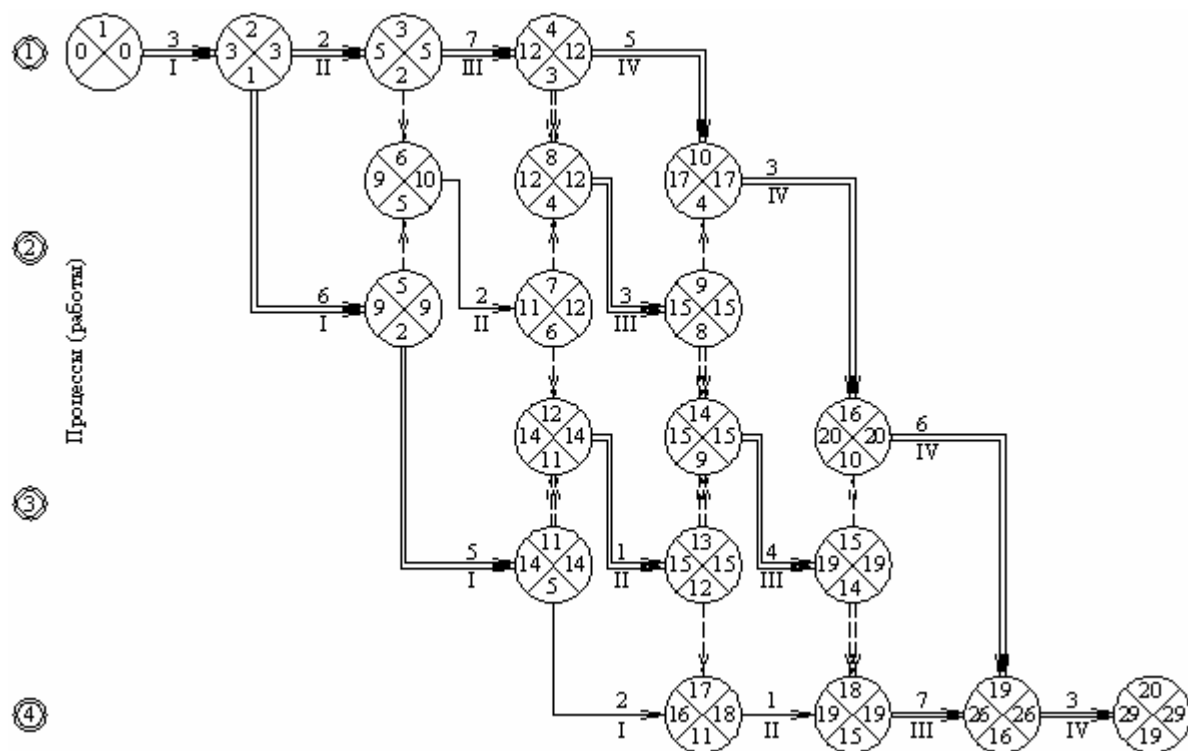


Рис. 10.4. Сетевая модель поточного выполнения работ с учетом технологических взаимосвязей

		Процессы			
		1	2	3	4
Захватки	I	0 3 3	6 6 3 12	12 5 17	19 2 2 21
	II	3 2 5	12 2 7 14	17 1 3 18	21 1 3 22
	III	5 7 12	14 3 2 17	18 4 1 22	22 7 29
	IV	12 5 17	17 3 20	22 6 2 28	29 3 1 32

Рис. 10.5. Матричная модель поточного выполнения работ (расчет)

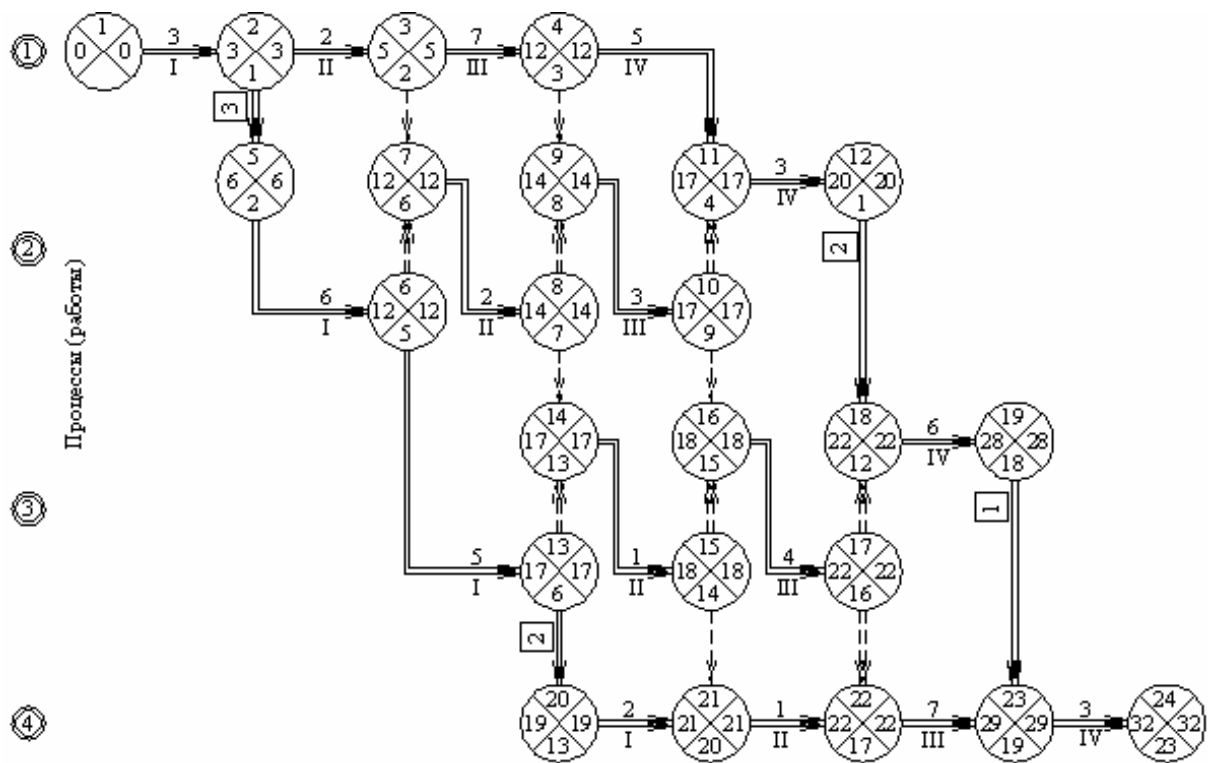


Рис. 10.6. Сетевая модель поточного выполнения работ

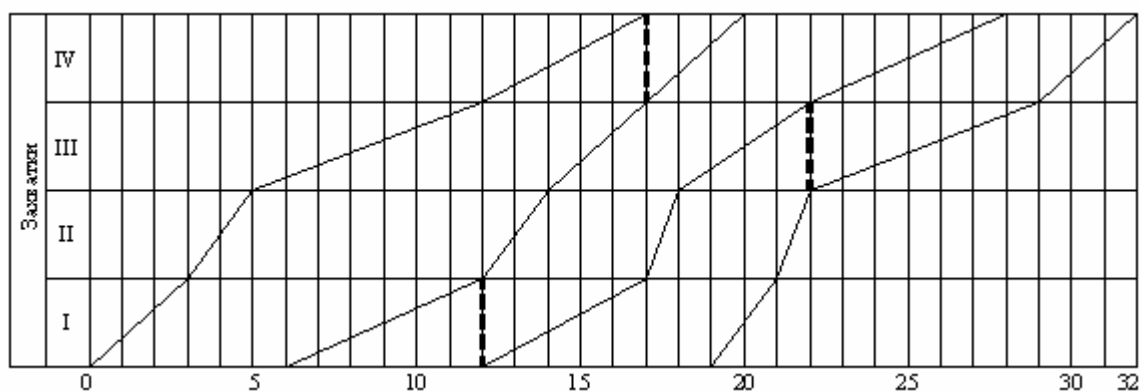


Рис. 10.7. Циклограммная модель поточного выполнения работ

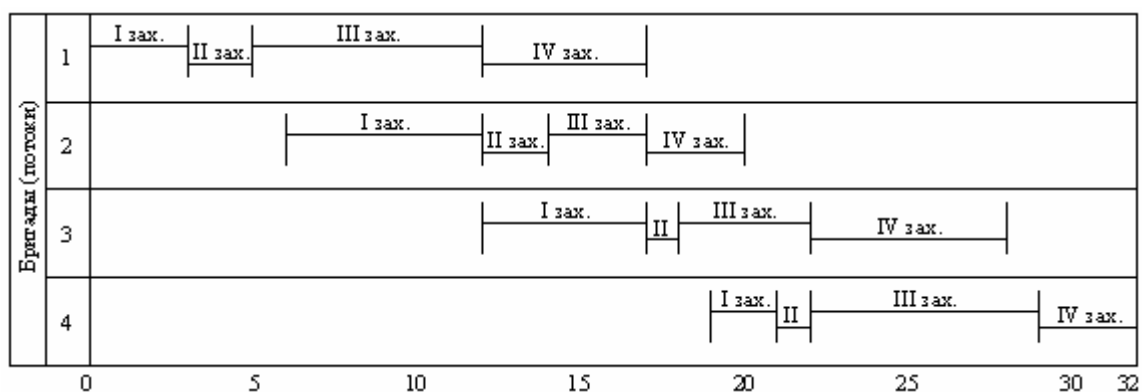


Рис. 10.8. Линейная модель поточного выполнения работ

Построенный на основе матрицы сетевой график с временными ожиданиями между процессами на захватках отражает непрерывную работу всех коллективов и организационные перерывы между работами смежных потоков.

Таким образом, для правильного отражения всех временных и пространственных взаимосвязей, возникающих при поточном строительстве, рекомендуется предварительно выполнить расчет потока на матрице, и на ее основе строить затем любую организационно-технологическую модель, особенно сетевую.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие организационно-технологические модели разработаны только для изображения поточного производства работ?
2. Для какого метода организации строительного производства разработаны циклограммная и матричная модели?
3. Какие модели, кроме циклограммы и матрицы, можно использовать для изображения поточного метода организации строительного производства?
4. Что часто появляется при построении сетевой модели поточного производства работ?
5. При построении какой модели для поточного производства работ появляются ложные взаимосвязи?
6. К чему приводит наличие ложных взаимосвязей?
7. Что может привести к неверному определению критического пути сетевого графика, построенного для поточного производства работ?
8. К какому сроку строительства обычно приводит неверно определенный критический путь?
9. Какое правило следует строго выполнять при построении сетевой модели при изображении поточно выполняемых работ?
10. К чему приводит нарушение правила изображения дифференциально-зависимых работ при построении сетевой модели для поточного производства работ?
11. Какой принцип следует использовать при построении сетевой модели при поточном выполнении работ?
12. В чем состоит принцип однородных работ?
13. Как должна изображаться работа при использовании принципа однородных работ?
14. Как должны изображаться захватки при использовании принципа однородных работ?
15. Что позволяет решать принцип однородных работ?
16. Какое построение сетевой модели позволяет решать оптимизационные ресурсные задачи?
17. Что необходимо сделать на первом этапе построения сетевой модели для поточного выполнения работ?
18. Что рекомендуется выполнять для правильного отражения всех временных и пространственных взаимосвязей, возникающих при поточном производстве работ?
19. На основе чего рекомендуется строить сетевую модель поточного производства работ?

ЗАНЯТИЕ 11

ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ. СШИВАНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

1. Локальные сетевые графики.
2. Граничные события.
3. Сшивание сетевых графиков.
4. Сшивание и расчет сетевых графиков с учетом ограничений.

При разработке сетевых графиков строительства отдельных объектов, а также целых комплексов, производится объединение работ, выполняемых различными организациями, т.е. графическое объединение первичных сетевых графиков – так называемое сшивание сетей в общий сетевой график.

При технологической увязке первичных сетевых графиков их объединение осуществляют с помощью граничных событий, т.е. таких событий, которые являются общими для различных первичных графиков и совершаются в результате окончания работ, входящих в состав локальных графиков.

Задача 1

По заданным условиям построить локальные сетевые графики и сшить их по заданным граничным событиям. Определить любым способом критический путь. Граничные события 1-11; 3-12; 15-6; 7-17 (см. табл.).

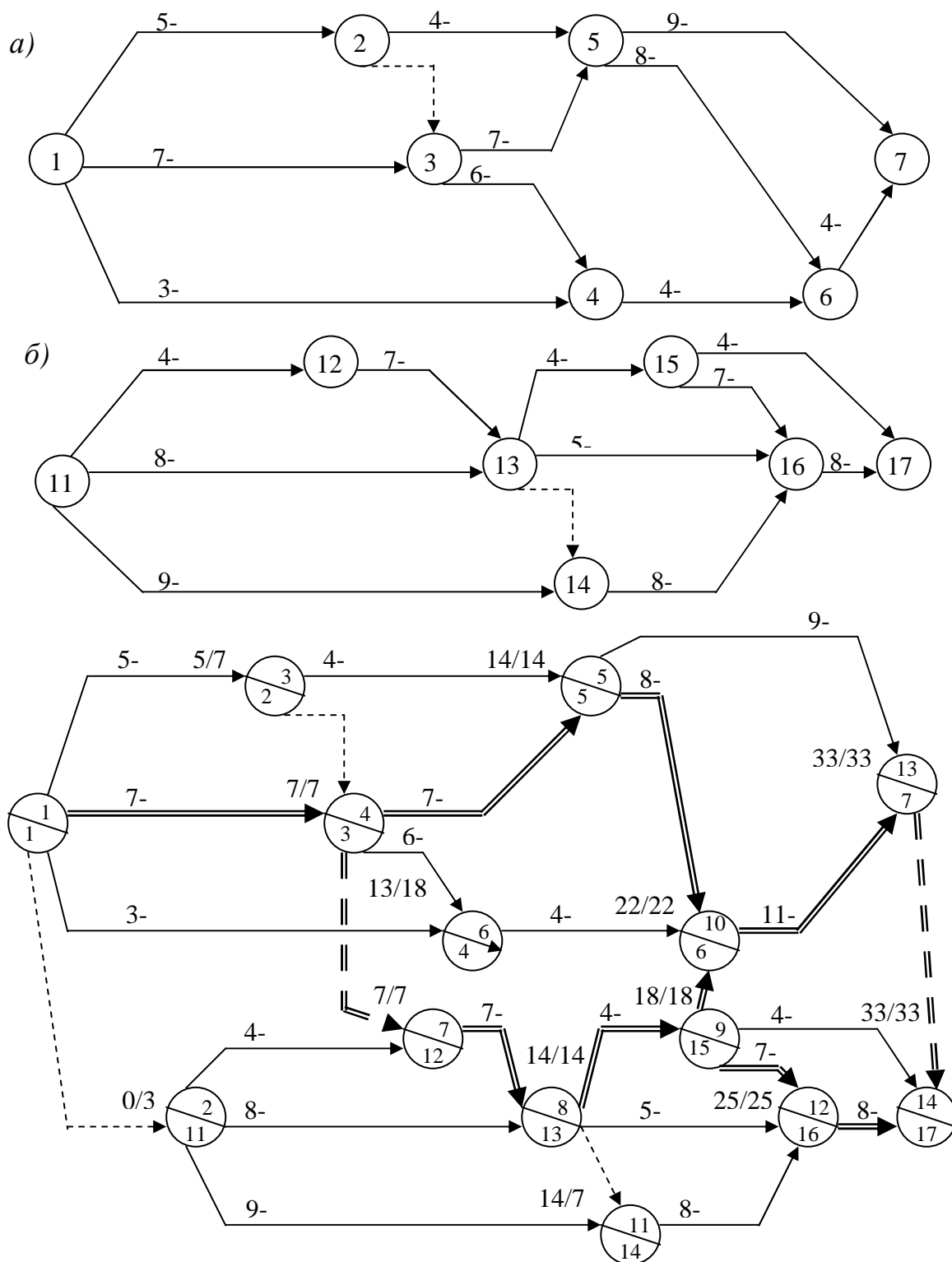
Исходные данные

$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}
1-2	5	3-5	7	11-12	4	13-16	5
1-3	7	4-6	4	11-13	8	14-16	8
1-4	3	5-6	8	11-14	9	15-16	7
2-3	0	5-7	9	12-13	7	15-17	4
2-5	4	6-7	11	13-15	4	16-17	8
3-4	6			13-14	0		

По заданным кодам работ строим сетевые графики, а затем сшиваем их в единую сеть с помощью зависимостей по заданным граничным событиям. В получившемся сшитом сетевом графике события делим на два сектора. В одном секторе остаются старые номера событий, в другом – номера новой кодировки (см. рис.).

Приведенные рекомендации рассмотрим на примере построения сетевой модели поточного выполнения работ. Матрица потока приведена на рис. 10.2.

На первом этапе строим и рассчитываем сетевую модель поточного выполнения работ с учетом только их технологической последовательности (см. рис. 10.3).



Сшивка локальных графиков: а – локальный сетевой график № 1;
б – локальный сетевой график № 2; в – сшитый сетевой график с номерами
старых и новых событий

Задача 2

Необходимо составить единый график производства работ, выполняемых различными организациями при возведении объекта (см. табл.).

Исходные данные

I	t	II	t	III	t	IV	t	V	t	VI	t
1-2	3	11-12	6	21-24	8	31-35	7	41-42	9	51-53	9
2-4	6	12-13	8	24-26	10	35-38	6	42-44	8	53-56	8
4-7	6	13-14	9	26-28	9	38-40	10	44-45	6		
7-9	1	14-17	7					45-47	4		
		17-19	4								

Граничные события: 2-11; 9-19; 12-21; 12-31; 17-51; 19-28; 26-53; 28-40; 31-41; 35-53; 40-47; 14-4; 24-17; 42-13; 26-44; 45-7; 56-38.

Задача 3

Построить и рассчитать представленный в таблице сетевой график с учетом следующих ограничений:

- работа 3-4 с учетом работы механизмов на других объектах не может быть начата ранее, чем на 5-й день, а работа 7-8 – не ранее, чем на 12-й день.
- работа 5-6 должна быть закончена и принята по актам не позднее, чем на 10-й день, а работа 6-12 – не позднее, чем на 23-й день (см. табл.).

Исходные данные

$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}
1-2	5	2-4	4	3-6	8	5-6	2	6-12	8	8-9	0
1-3	4	3-4	6	4-10	7	5-7	3	7-8	6	9-12	7
1-5	7	3-5	0	4-11	7	6-10	4	7-9	8	10-11	0
										11-12	6

Для учета на сетевом графике заданных ограничений при построении его по заданным кодам необходимо вводить дополнительные события, к которым подводятся внешние стрелки с указанием ограничений.

Сетевой график без учета ограничений представлен на рис. 1.

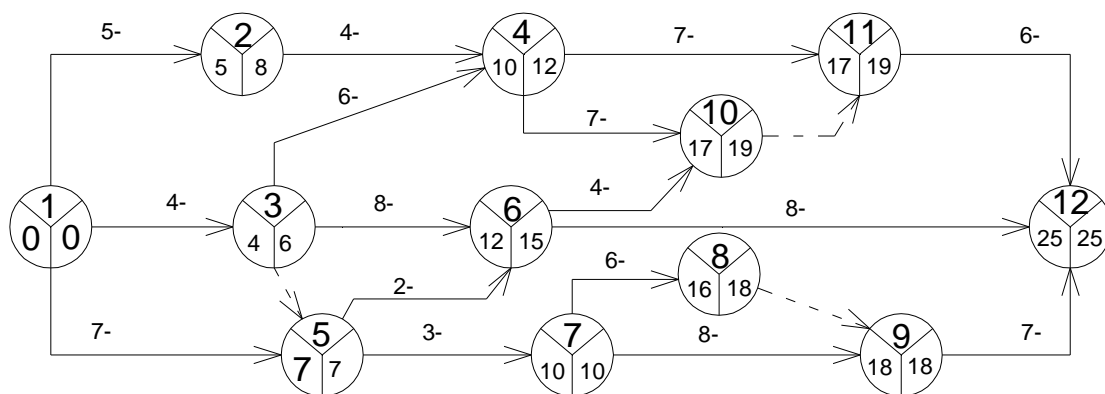


Рис. 1. Сетевой график без учета ограничений

Так как работа 7-8 не может быть начата ранее указанного срока, дополнительное событие 7' вводим в начало работы, а для того чтобы ограничение не распространялось на работу 7-9, вводим зависимость 7-7'.

Для работ, которые должны завершиться в заранее установленные сроки, дополнительные события вводим в конце – 6' и 12'. После этого производим расчет на графике (рис. 2).

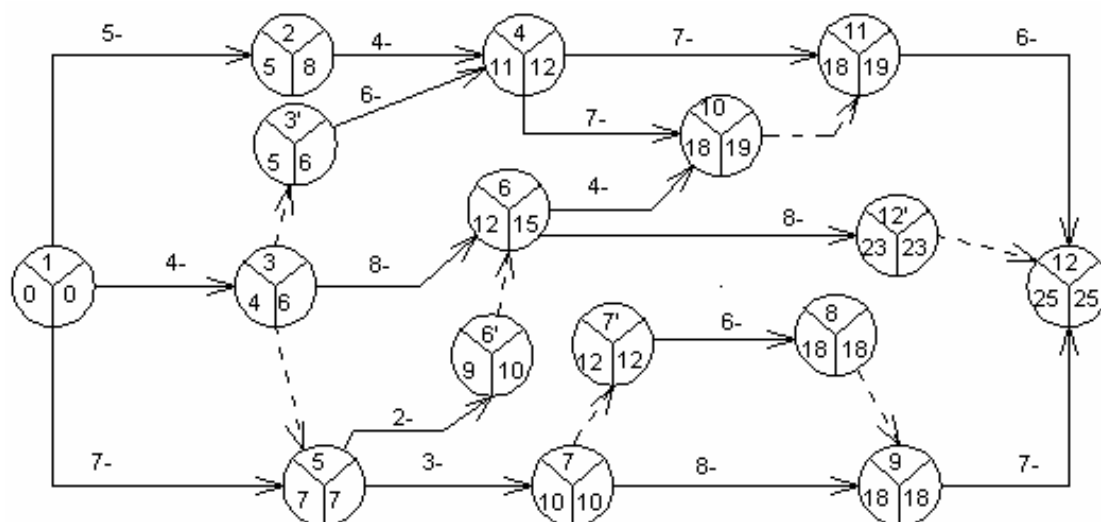


Рис. 2. Сетевой график с учетом ограничений

Вопросы для самоконтроля

1. В каких случаях необходимо производить объединение работ, выполняемых различными организациями?
2. Когда производится графическое объединение первичных сетевых графиков?
3. Что такое сшивание сетей?
4. На основе чего получается общий сетевой график?
5. Как объединяются сетевые графики при технологической увязке первичных сетевых графиков?
6. Для чего используются граничные события?
7. Что такое граничные события?
8. Какие события являются общими для различных первичных сетевых графиков?
9. Какие события совершаются в результате окончания работ, входящих в состав различных локальных сетевых графиков?
10. Что делается с событиями в сшитом сетевом графике?
11. В каком секторе события указывается старый номер события?
12. В каком секторе события указывается новый номер события?
13. Что необходимо делать для учета на сетевом графике заданных ограничений?
14. Для чего необходимо вводить дополнительные события?
15. Для чего к событиям подводятся внешние стрелки?
16. Где указываются на сетевом графике ограничения?

ЗАНЯТИЕ 12

РАЗНОВИДНОСТИ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

1. Разновидности сетевых графиков в зависимости от организационно-технологической документации.
2. Разновидности сетевых графиков по степени сложности.
3. Разновидности сетевых графиков по назначению.
4. Разновидности сетевых графиков в зависимости от используемых временных оценок работ.

Количество работ и событий в сетевом графике зависит от степени детализации. Сетевой график в составе ППР разрабатывается более детально, чем в составе ПОС. В зависимости от уровня организационно-технологической документации, в которую входит сетевой график, сетевые графики подразделяются на:

1. Локальные – ППР (техническая карта);
2. Комплексные – ППР (календарный план производства работ);
3. Комплексные укрупненные – ПОС (календарный план строительства).

В зависимости от соотношения работ и событий сетевые графики характеризуются коэффициентом сложности

$$K_c = N_p / N_c ,$$

где N_p – количество работ в сетевом графике; N_c – количество событий в сетевом графике;

- при $K_c = 1 - 1,2$ сетевой график простой;
- при $K_c = 1,2 - 1,5$ сетевой график средней сложности;
- при $K_c > 1,5$ сетевой график сложный.

По своему назначению сетевые графики подразделяются на одноцелевые и многоцелевые.

Одноцелевая модель отражает систему, характеризуемую комплексом действий, направленных на достижение одной определенной цели (завершение в установленный срок выполняемых работ).

Многоцелевая модель имеет несколько самостоятельных конечных целей и, следовательно, на сетевом графике должно быть несколько за-

вершающих событий. При этом к каждому из завершающих событий ведет свой критический путь. Для его отражения в многоцелевых графиках над каждой работой, помимо временной оценки, в скобках проставляется номер завершающего события, к которому ведет критический путь, проходящий через данную работу (рис. 12.1).

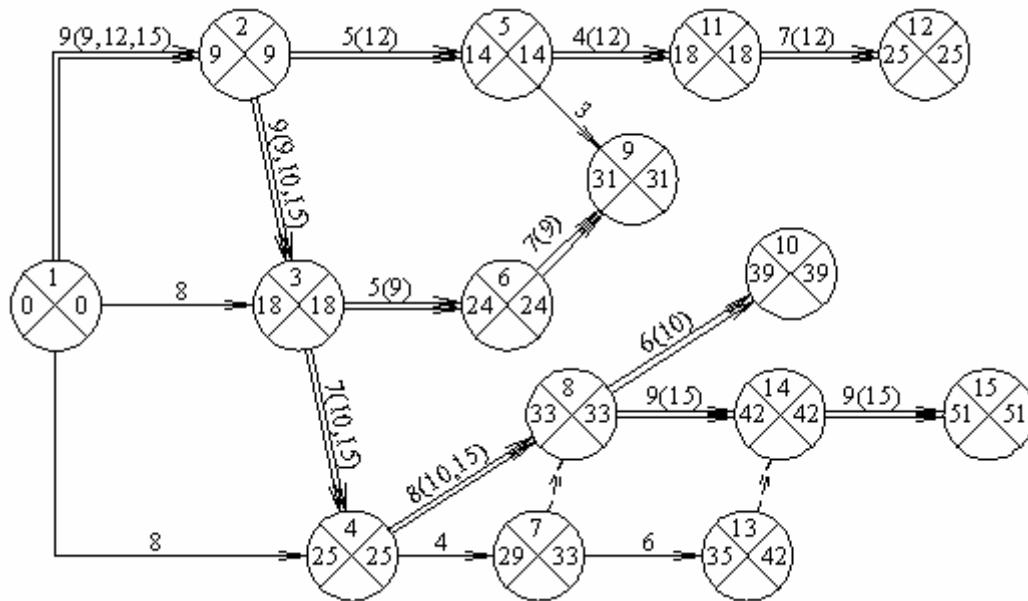


Рис. 12.1. Изображение и расчет многоцелевой модели

По характеру временных оценок различают сети с детерминированной и вероятностной продолжительностью работ. В сетях с вероятностной продолжительностью работ используют три оценки времени:

1. Наиболее вероятное время выполнения работы при имеющихся ресурсах. Реалистическая продолжительность работы при нормальных, чаще всего встречающихся условиях выполнения работы – $t_{н.в}$.

2. Оптимистическая оценка времени выполнения работы или минимальное время, которое потребовалось бы при самом благоприятном стечении обстоятельств – t_{\min} .

3. Пессимистическая оценка или максимальное время работы при самых неблагоприятных условиях – t_{\max} .

Запись трех оценок времени на сетевом графике выполняется тремя цифрами в порядке их возрастания.

На рис. 12.2 приведена вероятностная сетевая модель.

Расчетное, ожидаемое время по теории вероятностей

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{н.б} + t_{\max}}{6};$$

$$t_{ож(1-2)} = \frac{5 + 4 \cdot 6 + 9}{6} = 6;$$

$$t_{ож(1-3)} = \frac{3 + 4 \cdot 5 + 7}{6} = 5;$$

$$t_{ож(1-4)} = \frac{5 + 4 \cdot 7 + 8}{6} = 7;$$

$$t_{ож(2-5)} = \frac{6 + 4 \cdot 8 + 10}{6} = 8;$$

$$t_{ож(3-6)} = \frac{1 + 4 \cdot 4 + 9}{6} = 5;$$

$$t_{ож(4-5)} = \frac{3 + 4 \cdot 7 + 9}{6} = 7;$$

$$t_{ож(4-6)} = \frac{2 + 4 \cdot 7 + 10}{6} = 7;$$

$$t_{ож(4-7)} = \frac{3 + 4 \cdot 7 + 14}{6} = 8;$$

$$t_{ож(5-7)} = \frac{4 + 4 \cdot 10 + 12}{6} = 9;$$

$$t_{ож(6-7)} = \frac{2 + 4 \cdot 4 + 9}{6} = 5.$$

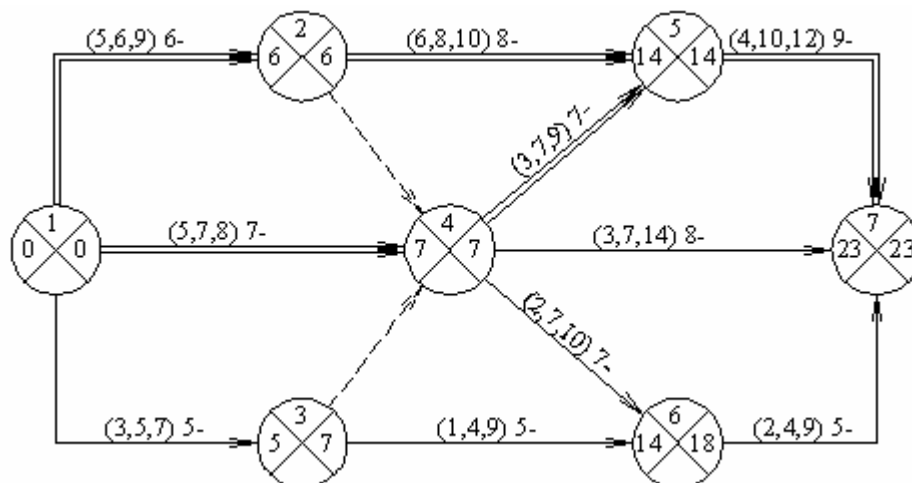


Рис. 12.2. Вероятностная сетевая модель

Вопросы для самоконтроля

1. От чего зависит количество работ и событий в сетевом графике?
2. Что зависит от степени детализации сетевого графика?
3. В составе какого организационно-технологического документа разрабатывается более детальный сетевой график?
4. Как подразделяются сетевые графики в зависимости от уровня организационно-технологической документации?
5. В состав какого организационно-технологического документа входит локальный сетевой график?

6. В состав какого организационно-технологического документа входит комплексный сетевой график?
7. В состав какого организационно-технологического документа входит комплексный укрупненный сетевой график?
8. Какой сетевой график разрабатывается в технологической карте?
9. Какой сетевой график разрабатывается в составе ППР?
10. Какой сетевой график разрабатывается в составе ПОС?
11. Какие разновидности сетевых графиков бывают в зависимости от соотношения работ и событий?
12. Как подразделяются сетевые графики по своему назначению?
13. Что отражает одноцелевая модель?
14. Какая модель отражает систему, характеризуемую комплексом действий, направленных на достижение одной определенной цели?
15. Сколько самостоятельных конечных целей имеет многоцелевая модель?
16. Сколько конечных завершающих событий у многоцелевой модели?
17. В какой разновидности сетевой модели имеется несколько завершающих событий?
18. Что имеет каждое завершающее событие многоцелевой модели?
19. Что вводится в многоцелевых графиках для отражения работ, ведущих к завершающим событиям?
20. Какое число указывается в скобках над работой?
21. Как определить, к какому завершающему событию ведет работа в многоцелевой модели?
22. Какие бывают сети по характеру временных оценок работ?
23. Что характерно для сетей с детерминированными временными оценками продолжительности работ?
24. Что характерно для сетей с вероятностными временными оценками продолжительности работ?
25. Сколько оценок времени используется в сетях с вероятностной продолжительностью работ?
26. Что такое наиболее вероятное время выполнения работы при имеющихся ресурсах?
27. Что такое реалистическая продолжительность выполнения работы?
28. Для каких условий определяется продолжительность выполнения работы?
29. Что такое оптимистическая оценка времени выполнения работы?
30. Для каких условий выполнения работы определяется ее оптимистическая временная оценка?
31. Что такое пессимистическая оценка времени выполнения работы?
32. Для каких условий выполнения работы определяется ее пессимистическая временная оценка?
33. Какая временная оценка продолжительности выполнения работы имеет наибольшее значение, а какая наименьшее?
34. Как на графике работ записываются временные оценки работ?
35. Как определить расчетное время выполнения работы?

ЗАНЯТИЕ 13

КОРРЕКТИРОВКА СЕТЕВОГО ГРАФИКА ПО ЗАДАНЫМ ВРЕМЕННЫМ ОГРАНИЧЕНИЯМ

1. Основные методы корректировки.
2. Пример корректировки.
3. Решение задач.

После расчета сетевой модели по временным параметрам сетевой график в случае $T_{расч} > T_{нор}$ корректируют по времени. Корректировка по времени применяется для сокращения общей продолжительности работ, т.е. работ, составляющих критический путь.

Для сокращения продолжительности работ можно использовать следующие шаги:

1. Изменение временных оценок путем замены принятой продолжительности выполнения работ t_{i-j}^n сокращенной t_{i-j}^c , что достигается увеличением числа работ и механизмов, введением дополнительных смен на наиболее напряженных участках сети.
2. Расчленение работ с целью более быстрого предоставления фронта для параллельного выполнения других работ.
3. Замена одних методов другими, позволяющими совместить работы критического пути.
4. Изменение топологии сети вследствие пересмотра технологии выполнения работ.

Задача

Построить сетевую модель на 10 событий с $K_c = 1,4$ в масштабе времени, приняв произвольную продолжительность работ в пределах 4 – 10 дней и количество людей 3 – 7 человек. Произвести корректировку по сокращению продолжительности работ на 20 %, сохранив при этом общую трудоемкость работ в сети.

Решение

Строим безмасштабный сетевой график и рассчитываем его (рис. 1).
Производим расчет трудоемкости работ (см. табл.).

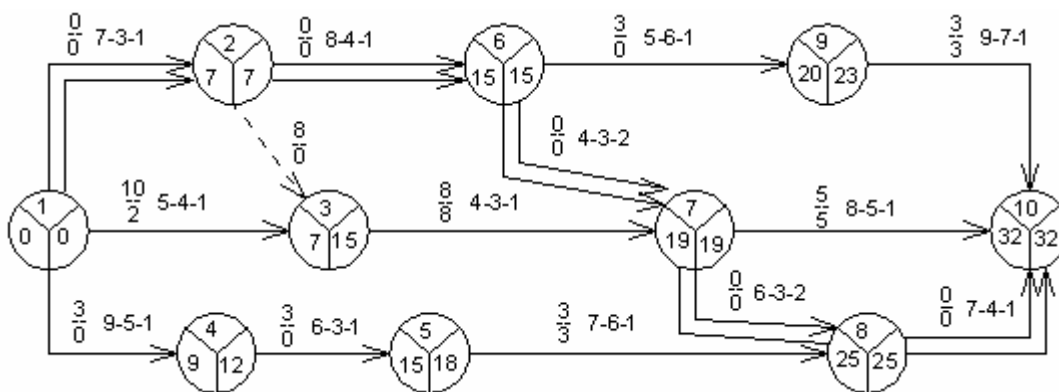


Рис. 1. Безмасштабный сетевой график

Расчет трудоемкости работ

$i-j$	t_{i-j}	R	Трудоемкость	$i-j$	t_{i-j}	R	Трудоемкость
1-2	7	3	21	5-8	7	6	42
1-3	5	4	20	6-7	4	3×2	24
1-4	9	5	45	3-9	5	6	30
2-3	0	0	0	7-8	6	3×2	36
2-6	8	4	32	7-10	8	5	40
3-7	4	3	12	8-10	7	4	28
4-5	6	3	18	9-10	9	7	63

Общая трудоемкость:

$$21 + 20 + 45 + 32 + 12 + 18 + 42 + 24 + 36 + 33 + 40 + 28 + 63 = 411 \text{ чел.-дн.}$$

Так как по условию задачи необходимо сократить продолжительность производства работ на 20 %, в днях это будет $32 \cdot 0,2 \approx 6$ дней. Сокращение трудоемкости может быть достигнуто за счет работ, находящихся на критическом пути:

$$L_{kp1,2,6,7,8,10} \cdot$$

Так как на критическом пути обычно располагаются работы, связанные с работой механизмов, работу 2-6 сделаем двухсменной, а работу 7-8 трехсменной. В этом случае продолжительность их станет соответственно $t_{2-6}^c = 4$ дня и $t_{7-8}^c = 4$ дня.

Общее сокращение продолжительности производства работ составит 6 дней:

$$(t_{2-6}^n - t_{2-6}^c) + (t_{7-8}^n - t_{7-8}^c) = (8 - 4) + (6 - 4) = 4 + 2 = 6 \text{ дней.}$$

Рассчитываем сетевой график с сокращенной продолжительностью выполнения работ (рис. 2).

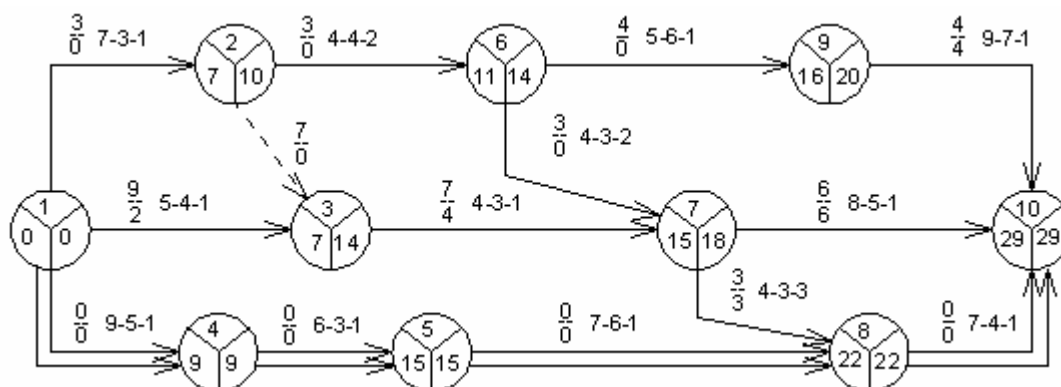


Рис. 2. Первый этап корректировки сетевого графика по продолжительности работ

В результате исправлений цель не достигнута:

- общий срок уменьшился только на три дня вместо расчетных шести;
- критический путь изменил направление.

В связи с тем, что на критическом пути обычно находятся работы, на которых используются механизмы, направление критического пути необходимо восстановить.

На новом критическом пути обычно не используются механизмы, поэтому для уменьшения продолжительности работ увеличиваем количество рабочих, например, на работе 4-5. Вместо 3-х человек используем 6, тогда t_{4-5} вместо 6 дней станет равным 3-м дням, но будет задействовано 6 человек, и общая трудоемкость не изменится. Строим вновь откорректированный СГ (рис. 3).

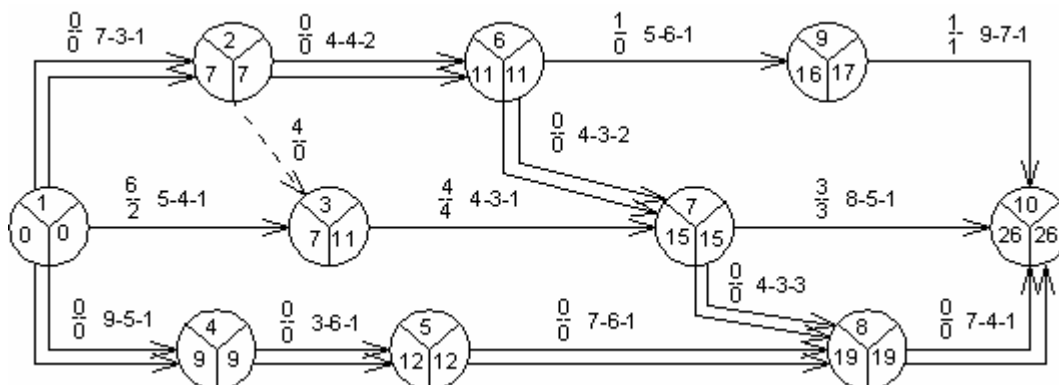


Рис. 3. Откорректированный сетевой график

В результате корректировки (см. рис. 3) получится сетевой график с нужной продолжительностью работ. Критический путь не изменил своего направления. Не смотря на то, что получилось два критических пути, задача корректировки выполнена. Так как при корректировке не изменялась трудоемкость корректируемых работ, общая трудоемкость не изменилась.

Вопросы для самоконтроля

1. Когда сетевая модель превращается в сетевой график?
2. В каком случае производится корректировка сетевого графика по времени?
3. Что делается в случае $T_{расч} > T_{нор}$?
4. Какую цель преследует корректировка сетевого графика по времени?
5. Продолжительность каких работ следует сокращать в случае, если $T_{расч} > T_{нор}$?
6. Какие шаги следует предпринять для приведения в соответствие расчетной и нормативной продолжительности работ?
7. Как необходимо изменять временные оценки продолжительности работ?
8. За счет чего можно сократить продолжительность выполнения работ?
9. Изменится ли продолжительность работы при увеличении количества ведущих механизмов?
10. Изменится ли продолжительность механизированной работы с увеличением численности рабочих?
11. Можно ли изменить продолжительность работы увеличением количества смен?
12. Для чего производится расчленение работы?
13. Каким образом можно быстрее предоставить фронт для параллельного выполнения работ?
14. За счет чего можно совместить работы критического пути?
15. Зачем одни методы заменять другими?
16. Как изменить топологию сети?
17. Что означает изменение топологии сети?
18. Когда производится изменение топологии сети?

ЗАНЯТИЕ 14

ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА В МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

1. Построение сетевого графика по ранним срокам.
2. Построение сетевого графика по поздним срокам.
3. Решение задач.

Сетевой график в масштабе времени строится с учетом либо ранних, либо поздних сроков свершения событий.

При построении по ранним срокам события на временной шкале располагаем, ориентируясь на ранние сроки начала работ (левый сектор). В этом случае величина проекции на ось времени работ (стрелки, соединяющей два события) равна продолжительности соответствующей работы плюс частный резерв времени (рис. 14.1).

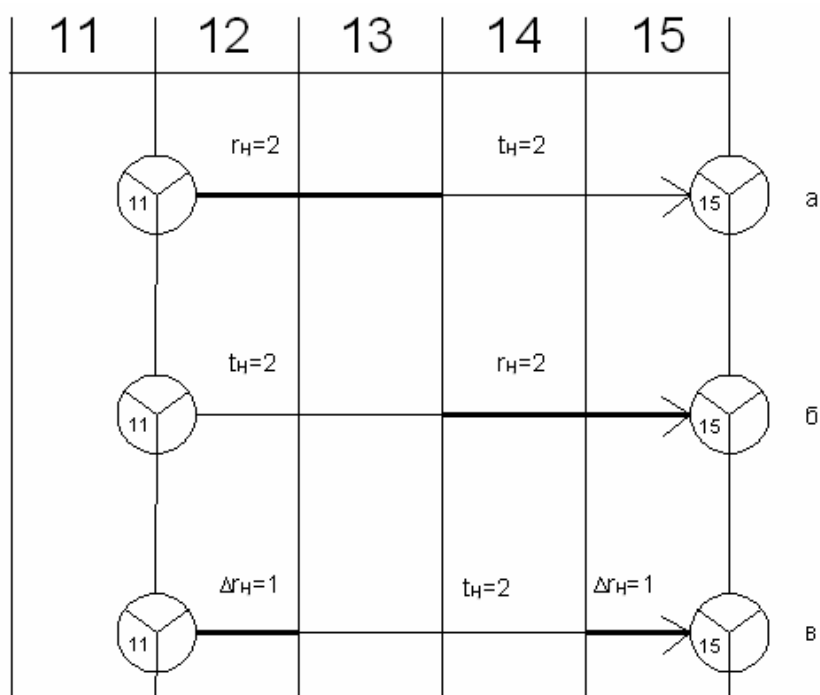


Рис. 14.1. Варианты размещения продолжительности работ и частного резерва времени:
а – в начале работ; б – в конце работ; в – часть в начале, и часть – в конце работы

При построении по поздним срокам события на временной шкале располагают, ориентируясь на поздние сроки окончания работ (правый сектор). В этом случае величина проекции на ось времени работы равна сумме продолжительности соответствующей работы и ее общего резерва, оставшегося после использования общих резервов времени на всех предшествующих работах (рис. 14.2).

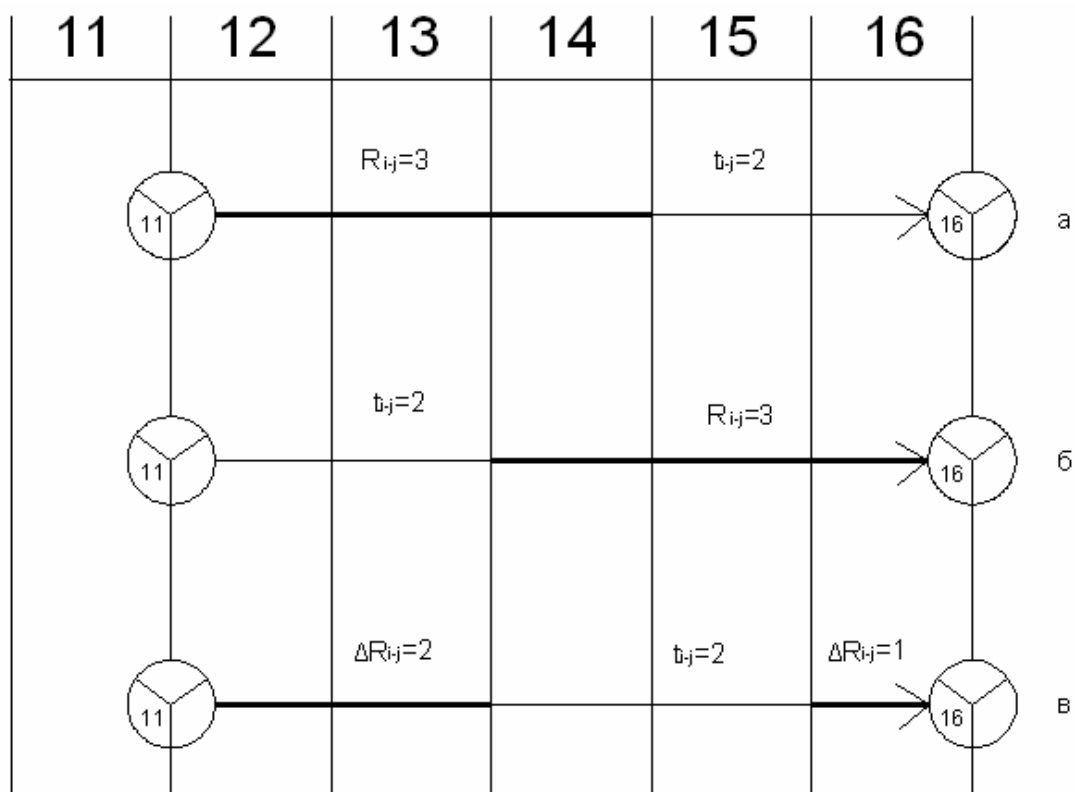


Рис. 14.2. Варианты размещения продолжительности работ и общего резерва времени:
а – в начале работ; *б* – в конце работ; *в* – часть в начале, и часть – в конце работы

Задача

По заданным кодам работ и их продолжительности построить три сетевых графика:

- 1 – безмасштабный с расчетом всех его параметров;
- 2 – в масштабе времени по ранним началам с выделением на нем частных резервов времени;
- 3 – в масштабе времени по поздним окончаниям с выделением на нем общих резервов времени.

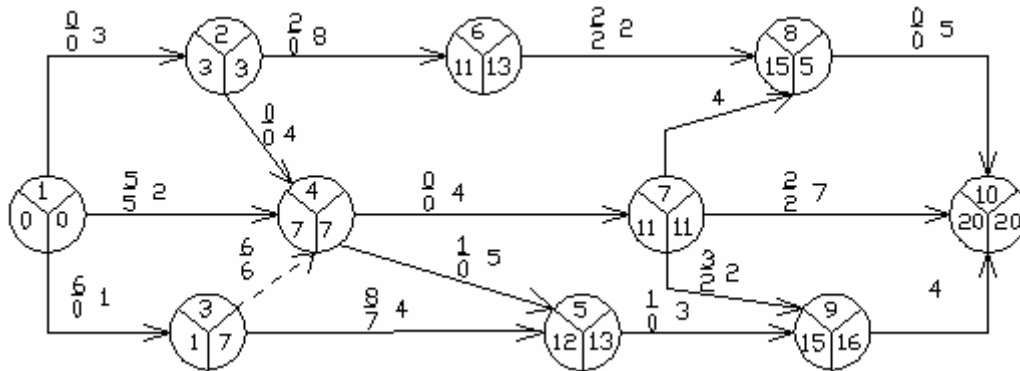
Исходные данные

$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}
1-2	3	2-4	4	3-5	4	6-8	2	7-10	7
1-3	1	2-3	8	4-5	5	7-8	4	8-10	5
1-4	2	3-4	0	4-7	4	7-9	2	9-10	4
				5-9	3				

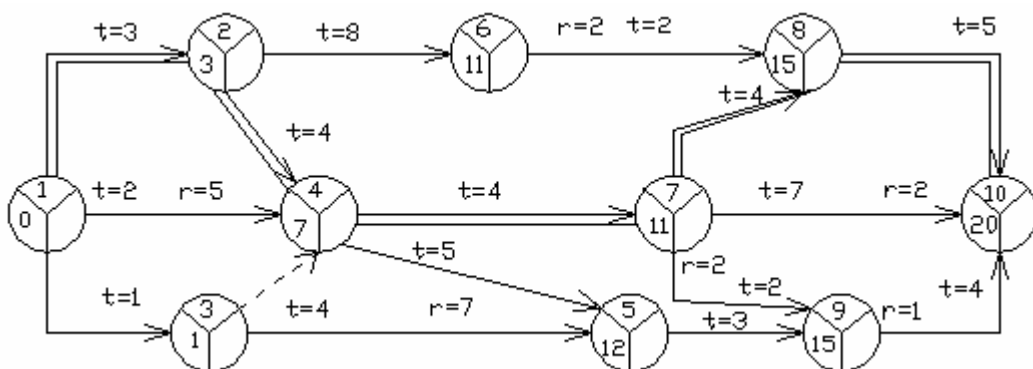
Решение

Строим безмасштабный сетевой график и рассчитываем его на графике. По полученным ранним срокам в масштабе времени строим сетевой график с выделением частных резервов времени. Третий график строим по поздним срокам и выделяем на нем общие резервы времени (см. рис.).

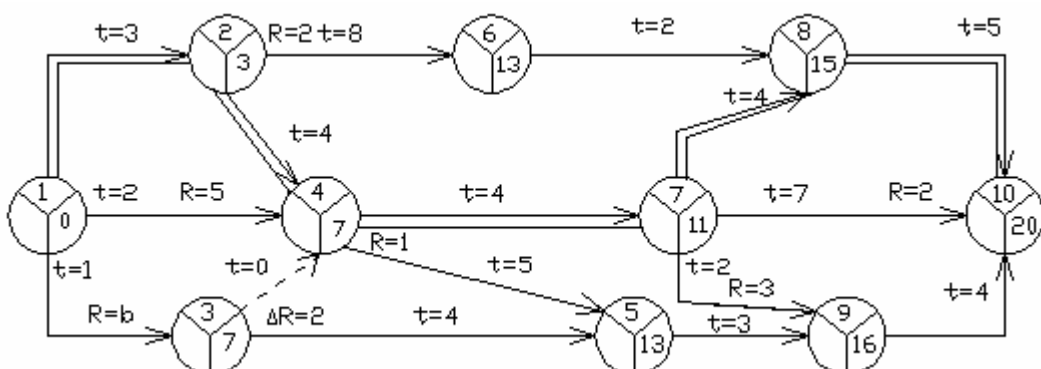
a)



b)



c)



Разновидности построения сетевого графика: *a* – безмасштабный сетевой график;
b – сетевой график в масштабе времени с выделением частных резервов времени;
c – сетевой график в масштабе времени с выделением общих резервов времени

Вопросы для самоконтроля

1. Ориентируясь на какие сроки строится сетевой график в масштабе времени?
2. Что строится с учетом или ранних, или поздних сроков свершения событий?
3. Как на временной шкале располагаются события при построении сетевого графика по ранним срокам?
4. Когда события на временной шкале располагаются с учетом ранних сроков начала работ?
5. В каком секторе события записывается ранний срок начала работы?
6. Чему равна величина проекции на ось времени работ (стрелки, соединяющей два события) при построении сетевого графика по ранним срокам?
7. В каком случае величина проекции на ось времени (стрелки, соединяющей два события) равна продолжительности соответствующей работы плюс частный резерв времени?
8. Как на временной шкале располагаются события при построении сетевого графика по поздним срокам?
9. В каком случае события на временной шкале располагают с учетом поздних сроков окончания работ?
10. В каком секторе события записывается позднее окончание работ?
11. Чему равна величина проекции на ось времени работы при построении сетевого графика по поздним срокам?
12. В каком случае величина проекции на ось времени равна сумме продолжительности соответствующей работы и ее общего резерва, оставшегося после использования общих резервов времени на всех предшествующих работах?

ЗАНЯТИЕ 15

КОРРЕКТИРОВКА СЕТЕВОГО ГРАФИКА ПО ТРУДОВЫМ РЕСУРСАМ

1. Построение графика движения рабочих по ранним и поздним срокам.
2. Оценка графиков движения рабочих по равномерности использования трудовых ресурсов.
3. Корректировка графика движения рабочих.
4. Решение задач.

Получив в результате исправления сети заданный срок строительства, производят проверку обеспеченности плана ресурсами и рациональности их распределения. Так как корректировка плана по всем видам ресурсов – чрезвычайно сложная задача, обычно при разработке организационно-технологической документации ограничиваются решением задач с отдельными видами основных ресурсов. Чаще всего в строительной практике обеспечение ввода объектов в эксплуатацию в заданные сроки лимитируется рабочей силой. Поэтому график, откорректированный по продолжительности работ, корректируют по рабочей силе, а затем – по другим видам ресурсов. При этом используются только работы не критического пути, а после каждой корректировки делается перерасчет для подтверждения неизменности критического пути.

Корректировка по трудовым ресурсам направлена на решение следующих задач:

- исходя из требования поточной организации строительного производства – сохранить постоянный состав ведущих бригад и обеспечить непрерывность их работы;
- равномерно распределить рабочую силу.

Корректировка может проводиться тремя способами:

1. Сдвигка выполнения работ на более поздние сроки вправо в пределах частного резерва времени.
2. Увеличение продолжительности работ в пределах тех же резервов времени с одновременным уменьшением числа рабочих.
3. Одновременное использование этих способов.

Для корректировки сетевой график строится в масштабе времени с выделением или частных, или общих резервов времени. Общую численность рабочих, занятых в тот или иной день, получают суммированием численности всех рабочих, выполняющих в данный день строительные работы. При этом на участках резервов времени рабочие отсутствуют.

Строим график движения рабочих для сетевого графика, скорректированного по времени (рис. 15.1, 15.2).

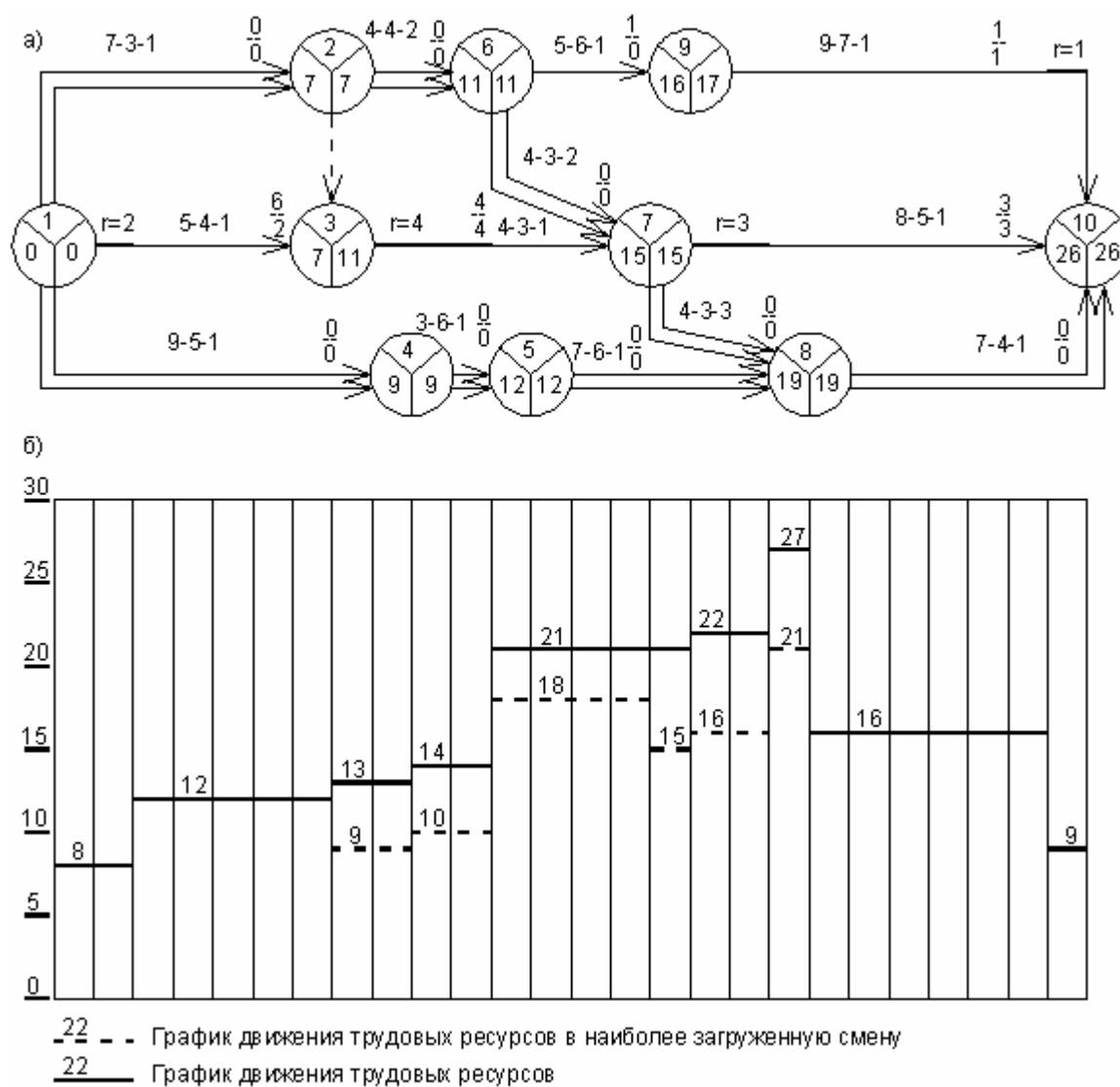


Рис. 15.1. Построение графиков движения рабочих по ранним срокам:
 а – сетевой график по ранним срокам;
 б – график движения рабочих по ранним срокам

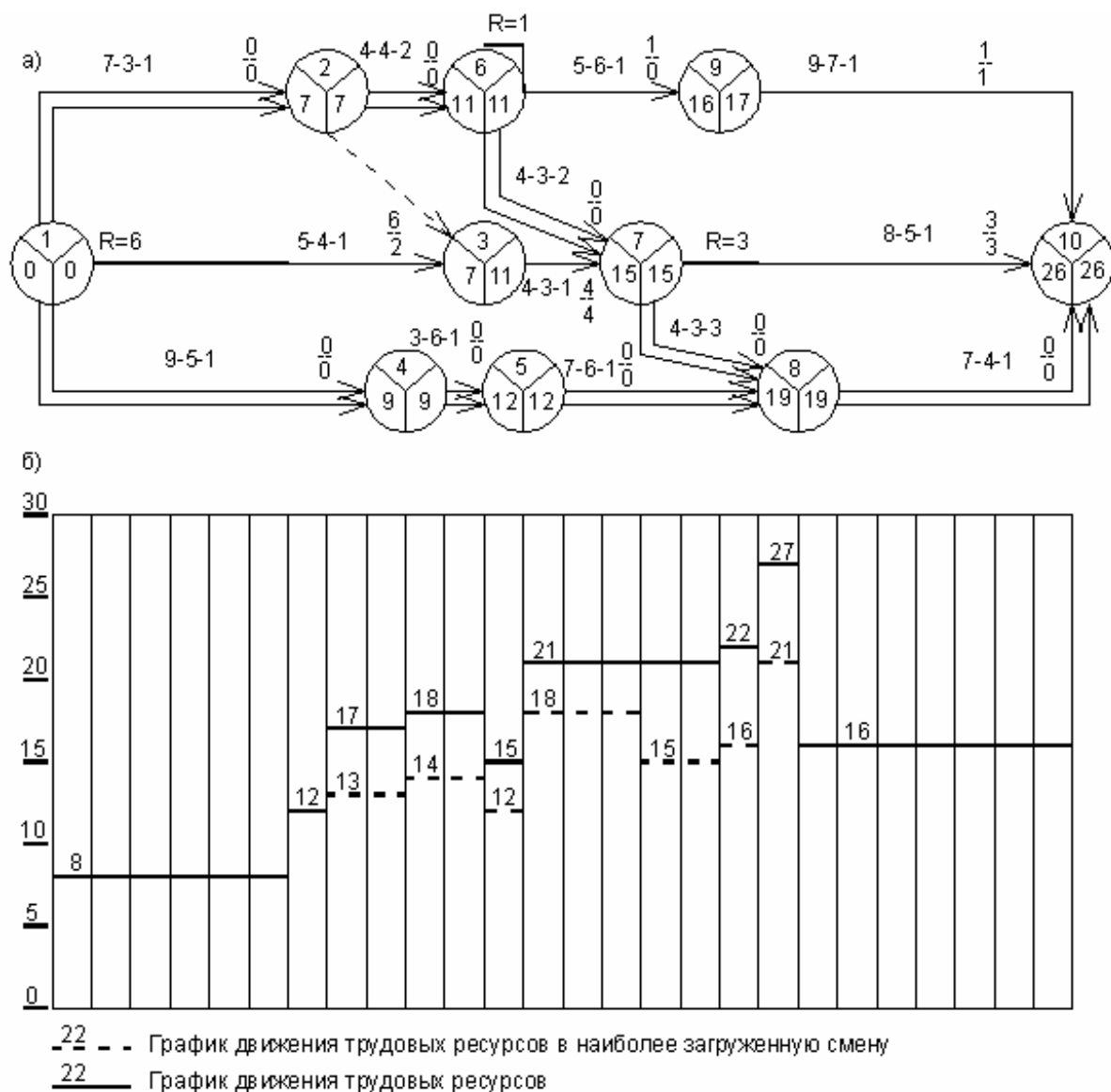


Рис. 15.2. Построение графиков движения рабочих по поздним срокам: а – сетевой график по поздним срокам; б – график движения рабочих по поздним срокам

Для полученных графиков движения рабочих рассчитаем среднее количество рабочих и коэффициент неравномерности.

Для графика, построенного по ранним срокам:

$$N_{cp} = \frac{8 \cdot 2 + 12 \cdot 5 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 2 + 21 \cdot 5 + 22 \cdot 2 + 27 \cdot 1 + 16 \cdot 6 + 9 \cdot 1}{26} = \frac{411}{26} = 15,8;$$

$$k_p = \frac{27}{15,8} = 1,71.$$

Для графика, построенного по поздним срокам:

$$N_{cp} = \frac{8 \cdot 6 + 12 \cdot 1 + 17 \cdot 2 + 18 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + 21 \cdot 5 + 22 \cdot 1 + 27 \cdot 1 + 16 \cdot 7}{26} = \frac{411}{26} = 15,8;$$

$$k_p = \frac{27}{15,8} = 1,71.$$

Графики движения рабочих по коэффициенту неравномерности нас устраивают, но максимальное количество рабочих работает только один день. Поэтому уменьшим продолжительность работы 7-10 на 3 дня, увеличив количество рабочих на трех человек, оставив неизменной трудоемкость ($8 \cdot 5 = 5 \cdot 8 = 40$), и за счет увеличения резерва времени сдвинем работу с наиболее неблагоприятного участка. Строим новый оптимизированный график движения рабочих (рис. 15.3).

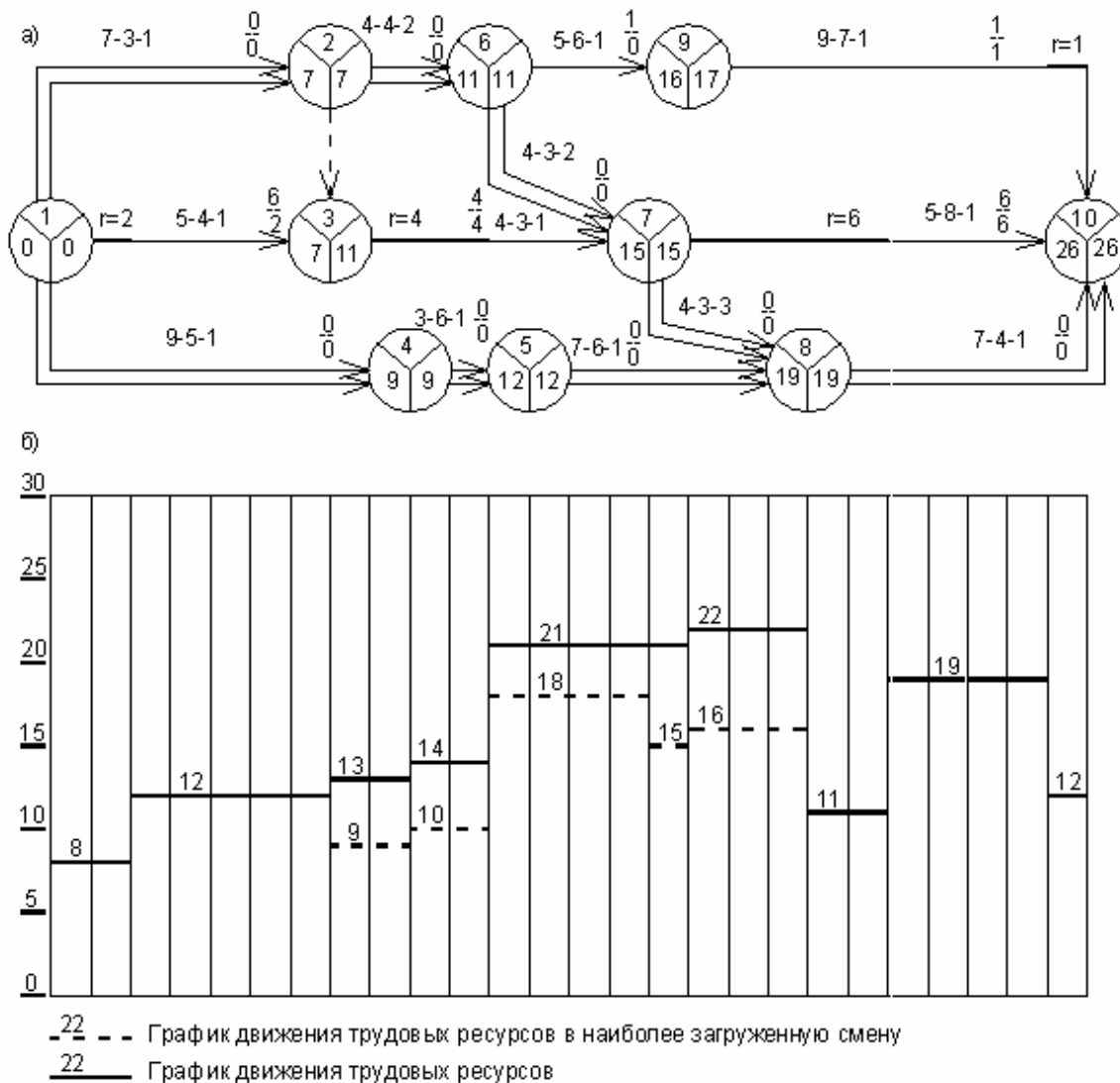


Рис. 15.3. График движения рабочих после оптимизации

Для графика движения рабочих после оптимизации:

$$N_{cp} = \frac{8 \cdot 2 + 12 \cdot 5 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 2 + 21 \cdot 5 + 22 \cdot 3 + 11 \cdot 2 + 19 \cdot 4 + 12 \cdot 1}{26} = \frac{411}{26} = 15,8;$$

$$k_p = \frac{22}{15,8} = 1,39 < 1,5.$$

Скорректированный график движения рабочих полностью соответствует критерию равномерности их движения, кроме того, уменьшилось на пять человек максимальное количество рабочих и увеличилась продолжительность работы с одного до трех дней.

По заданным видам работ, их продолжительности и числу рабочих необходимо построить и рассчитать сетевой график и построить график изменения численности рабочих. В пределах расчетного срока выполнить оптимизацию сетевого графика по трудовым ресурсам, добиваясь за счет использования частных резервов времени более равномерного изменения числа рабочих. Повторно рассчитать сетевой график с новыми данными и построить на его основе график изменения численности рабочих, совместив его с первоначальным.

Таблица 15.1

Исходные данные

$i-j$	t_{i-j}	P_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	P_{i-j}	$i-j$	t_{i-j}	P_{i-j}
1-2	5	7	3-4	5	5	4-6	8	12
1-3	10	8	3-5	8	8	5-6	4	10
2-3	4	9	3-7	11	10	5-7	3	8
2-4	8	15	4-5	0	0	6-7	9	7
2-5	11	7						

Вопросы для самоконтроля

1. Что необходимо выполнить после корректировки сетевого графика по временному критерию?
2. Когда производится проверка обеспеченности плана ресурсами и рациональности их распределения?
3. Какой задачей является корректировка плана по всем видам ресурсов?
4. Почему при разработке организационно-технологической документации ограничиваются корректировкой плана по основным видам ресурсов?
5. Чем чаще всего обеспечивается ввод объекта в эксплуатацию в заданные сроки?
6. Что в практике строительства определяется наличием рабочей силы?

7. По какому параметру вначале корректируется график работ после его корректировки по времени?
8. Когда производится корректировка графика работ по рабочей силе?
9. По каким видам ресурсов производится корректировка графика работ после его корректировки по рабочей силе?
10. Какие работы используются при корректировке графика по рабочей силе?
11. В каком случае при корректировке графика используются работы не критического пути?
12. Что делается после корректировки графика по рабочей силе?
13. Когда делается перерасчет графика работ для установления неизменности критического пути?
14. На решение каких задач направлена корректировка графика по рабочей силе?
15. Что необходимо сохранить исходя из требований поточной организации строительного производства при корректировке графика работ по рабочей силе?
16. Для чего необходимо сохранять постоянный состав ведущих бригад?
17. В каких случаях необходимо обеспечивать непрерывность работы ведущих бригад при корректировке графика производства работ?
18. При какой корректировке необходимо обеспечить равномерное распределение рабочей силы?
19. Какими способами можно производить корректировку графика производства работ по рабочей силе?
20. В каких случаях применяется сдвигка выполнения работ на более поздние сроки?
21. В каких пределах производится сдвигка выполнения работ на более поздние сроки?
22. Что выполняется в пределах частного резерва времени?
23. Когда производится увеличение продолжительности работ?
24. В каких пределах производится увеличение продолжительности выполнения работ?
25. Как производится увеличение продолжительности выполнения работ?
26. В каких случаях производится уменьшение числа рабочих?
27. Какой сетевой график используется для проведения корректировки по рабочей силе?
28. Зачем необходимо на сетевом графике, построенном в масштабе времени, выделять частные и общие резервы времени?
29. Как получается общая численность рабочих, занятых работой в определенный момент?
30. Что получают суммированием численности всех рабочих, выполняющих в данный день строительные работы?
31. На каких элементах сетевого графика отсутствуют рабочие?
32. Сколько рабочих используется на резервах времени?
33. В каких точках сетевого графика отсутствуют рабочие?

ЗАНЯТИЕ 16

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Задачи календарного планирования.
2. Последовательность разработки календарного плана.
3. Взаимоувязка работ при составлении календарного плана строительства многоэтажного здания.
4. Взаимоувязка работ при составлении календарного плана строительства одноэтажного промышленного здания.
5. Разработка сетевых моделей.

Согласованная работа всех участников строительства осуществляется на основе календарных планов. К календарным планам (КП) относятся все документы по планированию, в которых на основе объемов СМР и принятых организационных и технологических решений установлены последовательность и сроки осуществления строительства и производства работ.

Под календарным планированием понимают совокупность работ по планированию производственного процесса выполнения отдельных работ, возведения конструктивных элементов, строительства объектов и комплексов, при котором система «ресурсы – производство» функционирует как сбалансированная во времени и в пространстве с учетом ограничений, накладываемых на нее внешней средой.

Основной задачей календарного планирования является составление графика процесса производства работ, детализированного до уровня отдельных работ и их исполнителей, сбалансированного по объемам производства с мощностями и ресурсами строительных организаций с учетом существующих ограничений.

В качестве ограничений обычно учитываются:

- нормативные или директивные сроки выполнения работ;
- количество имеющихся и используемых ресурсов.

Календарный план разрабатывают в следующей последовательности (Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ к СНиП 3.01.01-85):

1. Составляется перечень (номенклатура) работ.

Перечень работ составляется в технологической последовательности их выполнения с группировкой по видам и периодам.

2. В соответствии с номенклатурой по каждому виду работ определяются их объемы.

Объем работ определяется по рабочим чертежам и сметам и выражается в единицах, принятых в РСН или других нормативных документах. Объем специальных работ определяется по трудоемкости.

3. Производится выбор методов производства основных работ и ведущих машин (курс «Технология строительного производства»).

При наличии технологических карт производится их привязка. Данные технологических карт принимаются в качестве расчетных по отдельным комплексам работ КП. Например, имея технологическую карту на возведение типового этажа, для составления графика производства работ принимают заложенные в карте сроки и потребность в ресурсах.

4. Рассчитываются нормативные машино- и трудоемкость.

Трудоемкость и затраты машинного времени рассчитываются по действующим нормативам с учетом планируемого роста производительности труда путем введения поправочного коэффициента на перевыполнение норм.

5. Определяется состав бригад и звеньев.

При расчете состава бригад необходимо исходить из того, что переход с одной захватки на другую не должен вызывать изменений в численном и квалификационном составе. Расчет состава бригад производится в следующей последовательности:

5.1. Намечается комплекс работ, поручаемых бригаде.

В комплекс работ, поручаемых бригаде, включаются все операции, необходимые для бесперебойной работы ведущей машины, а также все технологически связанные или зависимые. Например, при кирпичной кладке в комплекс работ, поручаемых бригаде, необходимо включить все работы, связанные с использованием крана, такие, как возведение внутренних и наружных стен, перегородок, монтаж перемычек оконных и дверных, монтаж лестниц и плит перекрытия, подача кирпича и раствора и т.д.

5.2. Необходимо, чтобы численный состав бригады соответствовал производительности ведущей машины. За основу расчета необходимо принять срок работ, определенный по расчетному времени работы машины.

Количественный состав каждой бригады $P_{бр}$ определяется отношением затрат труда на работах, порученных бригаде (Q_p , чел.-дн.), и продолжительности выполнения ведущего процесса ($T_{мех}$, дн.):

$$\Pi_{бр} = \frac{Q_p}{T_{мех}}.$$

5.3. Продолжительность механизированных работ должна определяться только по производительности машины. Продолжительность выполнения механизированных работ $T_{мех}$, дн., определяется по формуле

$$T_{мех} = \frac{N_{маш.-см}}{n_{маш} m},$$

где $N_{маш.-см}$ – необходимое количество машино-смен; $n_{маш}$ – количество машин; m – количество смен работы машины в сутки.

6. Определяется технологическая последовательность выполнения работ.

Технологическая последовательность работ зависит от конкретных проектных решений. При возведении нулевого цикла с использованием башенного крана, расположенного на бровке котлована, работы можно вести последовательно: монтаж фундаментов → монтаж стен подвала → кирпичная кладка перегородок → монтаж плит перекрытия.

При использовании самоходного крана, движущегося по дну котлована, необходимо с одной стоянки смонтировать фундаменты, стены подвала, произвести устройство перегородок и монтаж плит перекрытия, а затем перейти на вторую стоянку, так как при раздельном выполнении работ после монтажа фундаментов будет закрыт доступ в котлован.

При установке самоходного крана на бровке котлована необходимо провести сравнение вариантов выполнения работ.

Первый вариант – кран работает на дне котлована.

Второй вариант – кран работает на бровке котлована.

При этом необходимо учесть, что при работе на дне котлована технические параметры крана имеют меньшие величины, чем при установке крана на бровке котлована.

Технологическая последовательность выполнения работ зависит также от периода года. На летний период желательно планировать производство основных объемов земляных, бетонных, железобетонных работ. Если отделочные работы приходится на осенне-зимний период, то работы по остеклению и устройству отопления должны быть закончены к началу отделочных работ.

Если наружное и внутреннее оштукатуривание может быть выполнено в теплый период года, то в первую очередь производят внутреннее

оштукатуривание, так как это открывает фронт для последующих работ. Но если за этот период нельзя закончить наружное и внутреннее оштукатуривание, то до наступления холодов форсируют работы по наружному оштукатуриванию.

Способ прокладки внутренних электросетей определяет технологическую последовательность штукатурных, малярных и электромонтажных работ. Скрытая электропроводка выполняется до отделочных работ, а при открытой штукатурные работы предшествуют монтажу электропроводки.

7. Устанавливается сменность работ.

При использовании основных машин (монтажных кранов, экскаваторов) количество смен принимается не менее двух. Сменность работ, выполняемых вручную и с помощью механизированного инструмента, зависит от фронта работ и рабочих кадров, но обычно принимается односменный режим работы. Отделочные работы выполняются только в одну смену.

К моменту составления календарного графика должны быть определены методы производства работ и выбраны машины и механизмы. При составлении графика должны быть предусмотрены условия интенсивной эксплуатации основных машин. Составление графика следует начинать с ведущих работ, от которых в решающей мере зависит общая продолжительность производства работ. Поэтому вначале устанавливается продолжительность механизированных работ, ритм работы которых определяет продолжительность строительства объекта, а затем рассчитывается продолжительность работ, выполняемых вручную.

При проектировании производства работ для каждого конкретного объекта необходимо учитывать следующие факторы:

- схему несущих конструкций (с продольными несущими стенами, с поперечными несущими перегородками, каркасная, каркасно-панельная и т.д.);
- материалы конструкций здания (кирпич, сборный или монолитный бетон и т.д.);
- этажность;
- протяженность и конфигурацию в плане;
- заданные сроки строительства;
- сезонные особенности производства работ;
- сложившийся уровень технологии и организации работ.

В ППР уточняется состав поточных и непоточных работ, а также перечень организаций-исполнителей, бригад и звеньев, подобранных для выполнения этих работ. Основными задачами при проектировании поточных методов являются синхронизация отдельных процессов на объекте; дости-

жение непрерывности и равномерности работы каждой специализированной бригады и параллельности работ разных бригад на объекте. Для облегчения проектирования увязки работы бригад (раздельных потоков) желательно, чтобы продолжительность работы отдельных бригад на участках была равна или кратна шагу потока.

Составление графика следует начинать с определения ведущих работ или процессов, от которых зависит общая продолжительность производства работ, которая не должна превышать нормативного срока. Для многоэтажных зданий наиболее приемлема следующая схема организации и производства работ.

Строительство многоэтажных зданий обычно планируется в три цикла, каждый из которых включает определенный комплекс работ.

Первый цикл – строительство подземной части здания. В состав работ по строительству подземной части здания обычно входят:

- земляные работы;
- монтаж фундаментов и конструкций подвального этажа;
- устройство вводов и выпусков подземных коммуникаций;
- гидроизоляция;
- подготовка под полы;
- монтаж плит перекрытий;
- наружная обратная засыпка;
- устройство цементных полов;
- устройство подкрановых путей;
- монтаж крана;
- прочие работы (выполняются вне потока).

Технический и организационный уровень работ нулевого цикла определяется характером застройки и зависит от того, возводится ли на площадке отдельное здание или осуществляется массовая застройка квартала.

Возведение отдельного здания ведется непрерывно, без разрыва во времени между окончанием подземной и началом монтажа надземной части.

Ведущим процессом обычно следует считать монтаж конструкций подвала, с которым увязываются все остальные, предшествующие и последующие процессы. В зависимости от конструкций и объемов работ производится деление на захватки, размеры которых логически вытекают из конструктивного решения здания и применяемого монтажного оснащения и кранов.

Земляные работы при строительстве многоэтажных зданий размером до пяти секций выполняются по однозахватной системе экскаватором с емкостью ковша 0,33 – 0,65 м³. В этом случае к монтажу фундаментов

приступают после полной разработки котлована. Если здание имеет большее число секций, то рытье котлована осуществляется по двухзахватной системе и в этом случае монтаж фундаментов совмещается с земляными работами.

Монтаж подвала при любых его размерах выполняется, как правило, в две захватки, на одной из них ведется монтаж сборных конструкций, а на другой – все прочие работы. При этом монтаж сборных фундаментов ведется одновременно с ручным добором грунта и подсыпкой песочной постели (рис. 16.1).

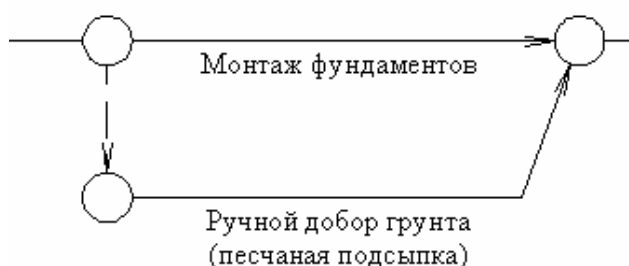


Рис. 16.1. Изображение работ по монтажу фундаментов

При свайной конструкции фундамента целесообразно применять многозахватную систему (по числу технологических процессов) устройства фундамента с учетом размеров котлована и количества техники на процессах:

- погружение свай – 3 ед.;
- срубка оголовков свай – 2 ед.;
- подготовка основания ростверков – 1 ед.;
- опалубочные и арматурные работы – 2 ед.;
- бетонирование ростверков – 1 ед.;
- уход за бетоном;
- распалубка конструкции ростверков – 2 ед.

При свайных фундаментах с устройством буронабивных свай нельзя разделять технологически связанные процессы (бурение скважины, опускание обсадной трубы, бетонирование и извлечение обсадной трубы). В этом случае необходимо увязать производительность буровой установки с производительностью механизма, используемого для укладки бетонной смеси, т.е. работа по устройству буронабивных свай технологически неразделима, поэтому деление на захватки не предусматривается.

Следующий процесс – устройство стен и перегородок подвального этажа. Кроме основных работ, в него включаются работы по устройству горизонтальной гидроизоляции, устройству прямков и др.

Засыпка пазух котлована изнутри и подсыпка под полы обычно выполняются после монтажа первого ряда стеновых блоков и поэтому показываются на графиках выполнения работ параллельно устройству стен (рис. 16.2).

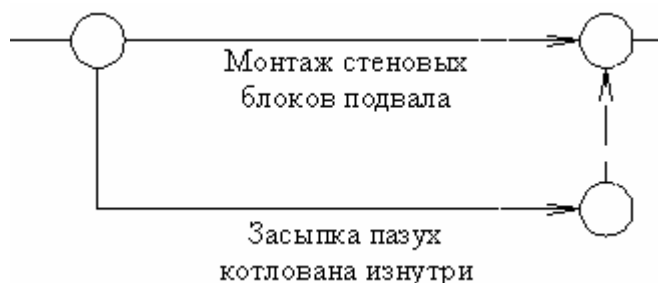


Рис. 16.2. Последовательность работ по монтажу стен подвала и засыпке внутренних пазух котлована

Устройство выпусков и вводов коммуникаций выполняется до засыпки пазух котлована снаружи, а трубопроводы, укладываемые внутри подвала в земле, должны быть выполнены до устройства бетонных полов.

После окончания устройства стен подвала выполняется их гидроизоляция, причем оклеечная гидроизоляция планируется по захваткам, а обмазочная, в связи с большой производительностью автогудронаторов (в пределах $100 \text{ м}^2/\text{ч}$), планируется вне потока.

После окончания бетонирования полов в подвале планируется монтаж перекрытий подвала и сварочные работы по ним. Обычно деление монтажа перекрытий на захватки, равные захваткам по устройству стен подвала, не делается, так как машиноемкость монтажа перекрытий гораздо меньше машиноемкости и трудоемкости устройства стен и перегородок подвала.

По окончании монтажа и сварки перекрытия подвала выполняется вертикальная гидроизоляция, а затем – обратная засыпка пазух котлована снаружи здания (рис. 16.3).

Обычно после обратной засыпки, если позволяют погодные и грунтовые условия, устраивается отмостка вокруг здания.

Возведение надземной части здания (второй цикл) начинается после полного окончания работ первого цикла. «Запрещается начинать работы по возведению надземных конструкций здания (сооружения) или его части до полного окончания строительства его подземной части (подземных конструкций) и обратной засыпки котлованов, траншей и пазух с уплотнением грунта до плотности его в естественном состоянии или заданной проектом» (ТКП 45-1.03-161-2009, п. 3.4).

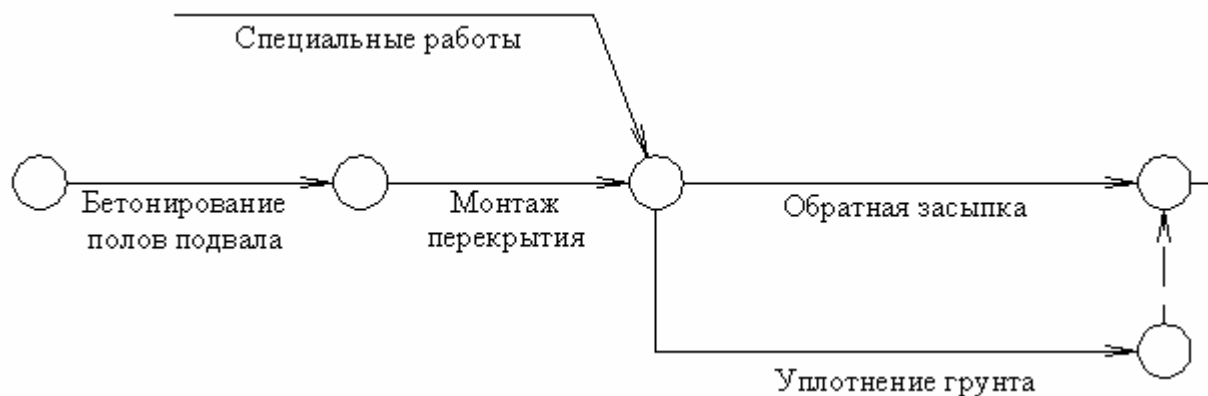


Рис. 16.3. Последовательность работ по обратной засыпке пазух котлована снаружи

Ко второму циклу обычно относятся такие работы, как:

- монтаж стен, балконов и т.д.;
- монтаж плит перекрытий и покрытий;
- монтаж подъемников;
- демонтаж крана;
- разборка подкрановых путей;
- кровельные работы;
- заполнение оконных и дверных проемов;
- остекление оконных проемов;
- подготовка под чистые полы;
- устройство внутреннего встроенного оборудования;
- внутреннее инженерное оборудование – 1 этап;
- электромонтажные работы – 1 этап;
- устройство входов;
- прочие работы.

При возведении надземной части крупнопанельных домов во второй цикл наряду с монтажными включаются все сопутствующие монтажу работы – столярно-плотничные, специальные и другие, *обеспечивающие подготовку дома под малярные работы*. При строительстве кирпичных зданий в комплекс работ, поручаемых бригаде, входят наряду с монтажными и сопутствующими общестроительные, *обеспечивающие подготовку под оштукатуривание*. В следующих циклах выполняются, соответственно, штукатурные и малярные работы.

Ведущим процессом второго цикла (возведение надземной части здания) является монтаж (или кладка) конструкций надземной части здания. В зависимости от конструкций и объема работ здание разбивается на захватки, обычно ограниченные температурными швами по вертикали, на

ярусы, которые могут быть высотой в один этаж (кирпичные здания, из монолитного бетона, сборные при высоте колонн на один этаж) или в два этажа (при высоте колонн на два этажа).

Обычно за захватку в домах длиной до 100 м применяется пол этажа. Одновременно с монтажом каркаса и ограждающих конструкций на одной из захваток на другой производятся общестроительные, сантехнические и электромонтажные работы, т.е. к концу монтажа конструкций пятого (с учетом требования ТКП 45-1.03-161-2009) этажа на первом этаже есть возможность закончить все работы, необходимые для выполнения подготовки к отделочным работам (заделка отверстий, стяжка, изоляция).

При составлении графика помимо чисто монтажных работ необходимо предусматривать подачу на этаж материалов и деталей сборных элементов оборудования, материалов для устройства подготовок под полы, электрощитов и т.п.

Организация санитарно-технических и электромонтажных работ осуществляется в увязке с общестроительными и отделочными работами. Эти работы можно начинать только после окончания остекления окон и обеспечения температуры не ниже +5 °С, пробивки борозд и отверстий, оштукатуривания ниш под отопительные приборы и электрошкафы и т.п.

Специальные работы осуществляются в два этапа параллельно. Первый этап выполняется до штукатурных работ. Второй этап заканчивается с завершением отделки.

Первый этап санитарно-технических работ включает монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и газоснабжения. Второй этап санитарно-технических работ начинается, когда в санузлах и кухнях закончена подготовка под последнюю окраску, он включает работы, связанные с установкой приборов.

Первый этап электромонтажных работ включает разметку трасс, пробивку и сверление гнезд, прокладку стояков, труб для скрытой проводки, установку распределительных коробок и других устройств. Работы заканчиваются прокладкой проводов, сборкой и проверкой схемы.

Второй этап начинается после окраски потолков и заканчивается после окраски или оклейки стен.

Третий цикл включает отделочные работы в здании. До его начала должны быть выполнены строительные работы, санитарно-технические и электромонтажные – первый этап, смонтированы и сданы в эксплуатацию грузоподъемники, подключены стояки водоснабжения, электросиловые и осветительные сети, остеклены окна для обеспечения внутри здания нор-

мальных температурно-влажностных условий. В состав третьего цикла входят следующие работы:

- отделка поверхностей и известковая окраска стен и потолков;
- плиточные работы в санузлах;
- устройство паркетных полов;
- устройство полов из линолеума;
- оклейка стен обоями;
- масляная окраска оконных переплетов, дверных проемов и встроенных шкафов;
- масляная окраска стен на лестничных клетках;
- внутреннее инженерное оборудование – II этап;
- внутренние электромонтажные работы – II этап;
- благоустройство территории;
- прочие работы;
- сдача объекта.

Штукатурные работы производятся специализированными бригадами. В зависимости от сроков или выполняется весь объем работ сразу, или работы ведут поточным методом, принимая за захватку этаж дома, перемещаясь с шагом, равным монтажу этажа.

Плиточные работы выполняются в одном цикле со штукатурными. По окончании штукатурных работ в санузлах и подготовки под полы глазурованной плиткой облицовывают стены, а керамической плиткой настилают полы.

Цементную стяжку под полы устраивают после штукатурных работ те же бригады.

Малярные работы выполняют на всех этажах одновременно с разбивкой на два этапа.

В работы первого этапа входят шпатлевка и окраска потолков, окраска лоджий, наружных откосов окон, подготовка под оклейку обоями, под окраску стен и столярных изделий.

Настилку паркета (паркетной доски и т.п.), линолеума с пришивкой плинтусов можно выполнять вслед за последним «мокрым» процессом – «раскрытием потолков». По мере выполнения работ первого этапа открывается фронт для малярных работ второго этапа.

На втором этапе малярных работ производят оклейку обоями, окраску стен и столярных изделий за последний раз. Малярные работы по лестничным клеткам выполняют после окончания работ по квартирам. Завершают отделочные работы шлифовкой паркета и окраской плинтусов.

Совмещение штукатурных и плиточных, малярных и паркетных, малярных и спецработ достигается разделением фронта работ в пределах секции, этажа, а возможно, и квартиры. Второй этап малярных работ должен выполняться сразу по всему дому в сжатые сроки перед его сдачей в эксплуатацию.

При увязке (совмещении) работ следует руководствоваться основным принципом организации строительного производства – принципом поточности, т.е. одновременного выполнения нескольких процессов на разных участках объекта. При этом необходимо учитывать промежуточную приемку отдельных видов работ и ее влияние на начало последующих работ. Например, засыпку пазух котлована можно произвести после освидетельствования комиссией качества вертикальной гидроизоляции, т.е. совмещение этих процессов в пространстве и во времени отпадает. Также при совмещении необходимо исключать нарушение требований охраны труда.

Строительство одноэтажных промышленных зданий, несмотря на унификацию их конструктивных и объемно-планировочных решений, имеет ряд своих особенностей.

В зависимости от метода возведения и вида конструкций, мощности применяемых машин, применяемого технологического оборудования одноэтажные промышленные здания подразделяются на три разновидности – легкого, среднего и тяжелого типов.

Здания легкого и среднего типов считаются однородными объектами, их возводят в четыре цикла (устройство подземных конструкций, возведение наземных конструкций, включая устройство кровли, монтаж технологического оборудования, специальные и отделочные работы).

Каждый цикл осуществляется несколькими специализированными потоками.

Одноэтажные промышленные здания тяжелого типа имеют высоту 18 – 65 м, пролет 24 – 48 м, причем крановые нагрузки достигают более 200 т. Особенностью этих зданий является значительная масса конструкций, неравномерность распределения объема работ и разнохарактерность конструкций (масса колонн – до 50 т, подкрановых балок – до 100 т).

При возведении зданий тяжелого типа с неравномерным распределением объемов работ в разных частях объектов структура технологического процесса не имеет четко выраженных стадий производства. Монтаж технологического оборудования обычно совмещают с монтажом каркаса здания. Из числа специализированных потоков выделяют основной – наиболее трудоемкий и требующий применения особо сложных и дорогих ма-

шин. Его мощность является решающей при установлении продолжительности всего объектного потока.

В процессе возведения подземной части одноэтажного промышленного здания выполняются следующие работы:

- срезка грунта;
- разработка грунта в котловане или траншее под фундаменты каркаса здания, под оборудование и специальные подземные сооружения;
- погружение или устройство свай;
- срезка оголовков свай;
- устройство ростверков;
- устройство всех видов фундаментов;
- устройство стен подвала;
- монтаж перекрытий подвала;
- гидроизоляция фундаментов и стен подвала;
- засыпка грунтом пазух фундаментов;
- устройство вводов коммуникаций;
- планировка под полы;
- обратная засыпка пазух котлована.

В зависимости от способа соединения колонн с фундаментом обратную засыпку грунта производят в один или два приема. При фундаментах стаканного типа часть грунта засыпают до установки колонн. Второй раз обратную засыпку до нулевой отметки производят после монтажа колонн.

В два или три приема устраивается подготовка под полы из бетона: сначала в виде отдельных полос, на которых будут перемещаться монтажные краны и автомобильный транспорт, доставляющий конструкции (50 %), затем участки около колонн после их монтажа (20 %) и в конце – участки около фундаментов под технологическое оборудование (30 %).

Работы по возведению подземной части начинаются после того, как строительная площадка обеспечена временным электроснабжением, и ведутся по захваткам. Размер захваток подземной части должен согласовываться с размером надземной части здания. Постоянство границ захваток обеспечивает в большой степени ритмичность производства и сокращает продолжительность производственного цикла.

Работы надземной части здания включают:

- монтаж колонн;
- горизонтальную гидроизоляцию;
- монтаж подкрановых балок;
- монтаж ригелей, стропильных балок и т.д.;
- монтаж лестничных маршей и площадок;
- монтаж плит покрытий;

- монтаж стеновых панелей и перегородок;
- монтаж ленточного остекления;
- заполнение проемов;
- устройство кровли;
- кирпичную кладку отдельных участков стен;
- монтаж технологического оборудования;
- основной период сантехнических электротехнических работ;
- зачеканку и герметизацию швов стеновых панелей;
- устройство крылец.

Ведущим процессом при возведении надземной части здания является монтаж сборных конструкций, который осуществляется по захваткам; за захватку принимают одну или несколько унифицированных типовых секций в зависимости от размера и расположения температурных швов.

При фундаментах стаканного типа применяют дифференцированный способ монтажа и ведут его в три проходки – за первую монтируют колонны, за вторую – подкрановые балки, а за третью – фермы и плиты покрытия.

Направление монтажа устанавливается в зависимости от расположения и порядка монтажа технологического оборудования, для которого необходимо открыть фронт работ.

Работы по устройству стеновых ограждений следует начинать либо после монтажа всех конструкций, либо по мере готовности отдельных захваток.

Кровля устраивается, как правило, после стеновых ограждений, но при наличии большого числа пролетов с двускатными покрытиями она может выполняться и параллельно со стенами на средних пролетах. Каждый слой кровли, состоящий из пароизоляции, утеплителя, стяжки и рулонного ковра, выполняется специализированными звеньями. Четвертый этап (специальные и отделочные работы) для каждого конкретного случая имеет свои объемы и номенклатуру. Принципиально его организация не отличается от организации работ на многоэтажных промышленных зданиях.

Для составления сетевого графика используют номенклатуру и трудоемкость работ. Разделение графика строительного процесса событиями на отдельные работы производится с таким учетом, чтобы можно было как можно быстрее открыть фронт работ другим процессам, обеспечив при этом их поточное выполнение и максимальное совмещение. Вначале строится первый черновой вариант сети. При его построении для каждой работы следует определить:

- какие работы должны быть завершены прежде, чем начнется эта работа;

- какие работы могут быть начаты после завершения этой работы;
- какие работы необходимо выполнять одновременно с этой работой.

Одновременно с построением сетевого графика разрабатывается карточка-определитель сетевого графика (табл. 16.1).

Таблица 16.1

Карточка-определитель сетевого графика

Код работы	Наименование работы	Объем		Трудоемкость, Чел.-дн.	Машины		Сменность	Продолжительность работы, дн.	Число рабочих в смену
		Ед. изм.	Количество		Наименование	Количество			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Одновременная разработка позволяет разместить работы в строгой технологической последовательности их выполнения и своевременно производить изменения при подборе состава бригад и числа смен работы в сутки.

Столбец 1 «Код работы» заполняется после расчета показателей карточки-определителя, после построения и увязки работ сетевого графика.

Столбец 2 «Наименование работы» заполняется согласно результатам определения объемов работ.

Столбцы 3, 4 и 5 заполняются с учетом деления здания на захватки.

Столбец 6 «Наименование машин» заполняется согласно принятым маркам машин при выборе методов производства работ.

Столбец 8 «Сменность» – при использовании основных машин (монтажных кранов, экскаваторов и др.) число смен работы принимается не менее двух. Работы без применения машин по возможности должны вестись в одну смену и лишь в летний период – возможно, в две смены.

Столбец 9 «Продолжительность работы» – продолжительность механизированных работ должна устанавливаться исходя из производительности машин. Поэтому вначале рассчитывают продолжительность механизированных работ, от ритма которых зависит построение графика, а затем ведут расчет продолжительности ручных работ, приводя ее в соответствие с основным процессом путем установления соответствующего количества рабочих в смену (столбец 10).

Вначале сетевая модель строится в безмасштабной форме.

Вопросы для самоконтроля

1. На основе чего осуществляется согласованная работа всех участников строительства?
2. Что осуществляется на основе КП?
3. Что относится к КП?
4. Что составляют все документы по планированию?
5. В каких документах на основе объемов СМР и принятых организационных и технологических решений установлены последовательность и сроки осуществления строительства и производства работ?
6. Что понимают под календарным планированием?
7. Как называется совокупность работ по планированию производственного процесса выполнения отдельных работ, возведения конструктивных элементов, строительства объектов и комплексов, при котором система «ресурсы – производство» функционирует как сбалансированная во времени и в пространстве с учетом ограничений, накладываемых на нее внешней средой?
8. Основная задача календарного планирования.
9. До какого уровня должен быть детализирован график производства работ?
10. Что должно быть сбалансировано в графике производства работ?
11. С учетом чего должен разрабатываться график производства работ?
12. С чем должны быть сбалансированы объемы производства работ?
13. Что должно находиться в балансе с мощностью и ресурсами строительной организации?
14. Что необходимо учитывать в качестве ограничений?
15. В качестве чего при разработке КП выступают нормативные или директивные сроки выполнения работ?
16. В качестве чего при разработке КП выступает количество имеющихся ресурсов?
17. Что в первую очередь составляется при разработке КП?
18. В какой последовательности составляется перечень работ?
19. Что составляется с учетом технологической последовательности выполнения работ?
20. Как в перечне работ группируются работы?
21. Что делается в соответствии с номенклатурой по каждому виду работ?
22. По чему определяются объемы работ?
23. В каких единицах определяются объемы работ?
24. Что определяется по рабочим чертежам и сметам?
25. Как определяется объем специальных работ?
26. Что можно сделать после определения объемов работ?
27. Когда производится выбор методов производства работ?
28. Как выбираются методы производства работ при наличии технологических карт?
29. Чем являются данные технологических карт при разработке КП?
30. Что берется из технологических карт при разработке КП?

31. Что делается при разработке КП после выбора метода производства работ?
32. Когда при разработке КП рассчитывают нормативную машиноемкость и трудоемкость?
33. По чему рассчитывают трудоемкость и затраты машинного времени?
34. С учетом чего рассчитываются трудоемкость и затраты машинного времени?
35. Как учитывается при разработке КП планируемый рост производительности труда?
36. Зачем при расчете КП вводится поправочный коэффициент на перевыполнение норм?
37. Что необходимо определить после расчета трудоемкости и затрат машинного времени?
38. Из чего необходимо исходить при расчете состава бригад?
39. Может ли изменяться численный и квалификационный состав бригад при переходе с одной захватки на другую?
40. Что не должно изменяться при переходе с одной захватки на другую?
41. Что в первую очередь намечается для бригады при расчете ее состава?
42. Что составляет комплекс работ, поручаемых бригаде?
43. Что образуют все операции, необходимые для бесперебойной работы ведущей машины, а также все технологически связанные или зависимые?
44. Чему должен соответствовать численный состав бригады?
45. Что должно соответствовать производительности ведущей машины?
46. Что принимается за основу расчета численности состава бригады?
47. Чем определяется продолжительность механизированных работ?
48. Что определяется по производительности ведущего механизма?
49. Что такое технологическая последовательность выполнения работ?
50. От чего зависит технологическая последовательность работ?
51. Что зависит от конкретных проектных решений?
52. Что зависит от периода года?
53. Какие объемы работ желательно планировать на летний период?
54. На какой период желательно планировать производство основных объемов земляных, бетонных и железобетонных работ?
55. Что должно быть закончено к началу отделочных работ?
56. Что определяет способ прокладки внутренних электросетей?
57. Во сколько смен следует планировать производство механизированных работ?
58. От чего зависит сменность работ, выполняемых вручную?
59. Какой режим немеханизированных работ обычно планируется?
60. Сколько смен используется на отделочных работах?
61. Производство каких работ следует планировать в одну смену?
62. К какому моменту должны быть определены методы производства работ и выбраны машины и механизмы?
63. Что должно быть сделано к моменту составления календарного графика производства работ?
64. Какие условия должны предусматриваться при составлении графика работ?

65. При составлении чего предусматриваются условия интенсивной эксплуатации основных машин?
66. С каких работ следует начинать составление графика производства работ?
67. Какие работы являются ведущими при составлении графика производства работ?
68. От каких работ зависит общая продолжительность производства работ?
69. Продолжительность каких работ рассчитывается в первую очередь?
70. Ритм каких работ определяет продолжительность строительства объекта?
71. После чего рассчитывается продолжительность работ, выполняемых вручную?
72. Что необходимо учитывать при проектировании производства работ для конкретного объекта?
73. Когда необходимо учитывать схему несущих конструкций (с продольными несущими стенами, с поперечными несущими стенами, каркасная и т.д.)?
74. При проектировании чего необходимо учитывать материалы конструкций здания (кирпич, сборный или монолитный бетон и т.д.)?
75. Нужно ли учитывать этажность, протяженность и конфигурацию в плане при проектировании производства работ?
76. Учитываются ли заданные сроки строительства при проектировании производства работ?
77. Состав каких работ учитывается в ППР?
78. При разработке какого документа учитывается состав поточных и непоточных работ?
79. Задача проектирования поточных методов.
80. Что может обеспечить проектирование увязки работ разных бригад на объекте?
81. Для чего желательно, чтобы продолжительность работы отделочных бригад на участках была равна или кратна шагу потока?
82. Какая схема наиболее приемлема для проектирования организации и производства работ при строительстве многоэтажных зданий?
83. Во сколько циклов обычно планируется строительство многоэтажных зданий?
84. Что включает каждый цикл строительства многоэтажных зданий?
85. Почему строительство многоэтажных зданий обычно планируется в три цикла?
86. Какие работы обычно включаются в состав первого цикла строительства многоэтажных зданий?
87. Чем определяются технический и организационный уровни работ нулевого цикла?
88. Как ведется возведение отдельного здания?
89. Допускаются ли перерывы во времени между окончанием подземной и началом монтажа надземной части?
90. Какой процесс обычно является ведущим при производстве работ нулевого цикла?
91. С каким процессом увязываются все остальные предшествующие и последующие?

92. В зависимости от чего производится деление фронта работ на захваты при возведении нулевого цикла?
93. На основе чего определяют размеры захваты?
94. На что влияет конструктивное решение здания и принятое монтажное оснащение?
95. В каких случаях при возведении многоэтажного здания земляные работы выполняются по однозахватной схеме?
96. В каком случае к монтажу фундаментов приступают после полной разработки котлована?
97. В каком случае рытье котлована осуществляется по двухзахватной схеме?
98. В каком случае монтаж фундаментов совмещается с земляными работами?
99. Как обычно организуется производство работ при монтаже подвала?
100. Какие работы выполняются на разных захватках при монтаже подвала?
101. Что ведется одновременно с монтажом сборных конструкций при устройстве подвала?
102. Какая работа ведется одновременно с монтажом сборных фундаментов?
103. Когда производится ручной добор грунта при монтаже сборных фундаментов?
104. Когда выполняется песчаная подсыпка при монтаже сборных фундаментов?
105. Как на СМ выглядит изображение работ по монтажу сборных фундаментов?
106. Какую систему целесообразно применять при устройстве свайных фундаментов?
107. От чего будет зависеть количество захваток при устройстве свайных фундаментов?
108. Что необходимо учитывать при определении количества захваток при устройстве свайных фундаментов?
109. Какие процессы нельзя разделять при устройстве свайных фундаментов с использованием буронабивных свай?
110. С чем необходимо увязывать производительность буровой установки?
111. Нужно ли делить фронт работ на захваты при устройстве буронабивных свай?
112. Какие работы включаются в процесс устройства стен и перегородок подвального этажа?
113. Когда выполняется засыпка пазух котлована изнутри и подсыпка под полы?
114. Что делается после монтажа первого ряда стеновых блоков?
115. Как в СМ показывается монтаж стеновых блоков подвала и засыпка пазух котлована изнутри?
116. Когда выполняются работы по устройству выпусков и вводов коммуникаций?
117. Когда укладываются трубопроводы, проходящие внутри подвала в земле?
118. Какие работы должны быть завершены до устройства бетонного пола?
119. Что делается после устройства стен подвала?
120. Производство какого вида гидроизоляции планируется по захваткам?
121. Какой вид гидроизоляции планируется вне потока?
122. В чем отличия в планировании производства работ по устройству обмазочной и оклеечной гидроизоляции?

123. Почему обмазочная гидроизоляция планируется вне потока?
124. После каких работ необходимо планировать работы по монтажу перекрытий подвала и сварочные работы по ним?
125. Какие работы планируются после окончания бетонирования полов подвала?
126. Равны ли захватки по устройству стен подвала и монтажу перекрытия над подвалом?
127. Почему захватки по устройству стен подвала не равны захваткам по монтажу перекрытия над подвалом?
128. Машиноемкость каких работ меньше: устройство стен подвала или устройство перекрытия над подвалом?
129. Когда можно выполнять вертикальную гидроизоляцию?
130. Когда можно начинать обратную засыпку пазух котлована снаружи?
131. Какие работы выполняются параллельно с обратной засыпкой пазух снаружи?
132. Как в СМ показываются работы по обратной засыпке пазух снаружи и уплотнению грунта?
133. Что обычно планируется после обратной засыпки, если позволяют погодные и грунтовые условия?
134. Когда планируется устройство отмостки вокруг здания, если позволяют погодные и грунтовые условия?
135. Когда в графике производства работ планируется возведение надземной части здания (второй цикл)?
136. Производство каких работ нужно планировать после окончания работ первого цикла?
137. Какие работы запрещается начинать до полного окончания строительства подземной части и обратной засыпки котлована, траншей и пазух с уплотнением грунта до плотности его в естественном состоянии?
138. Какие работы обычно относятся ко второму циклу?
139. К какому циклу относятся работы по заполнению оконных и дверных проемов?
140. К какому циклу относятся работы по устройству подготовки под чистые полы?
141. Какие работы, наряду с монтажными, включаются во второй цикл при возведении надземной части крупнопанельных домов?
142. Какие работы сопутствуют монтажу?
143. Что обеспечивает выполнение сопутствующих работ?
144. Что должно быть выполнено для обеспечения подготовки дома под малярные работы?
145. Что включается в комплекс работ, поручаемых бригаде при строительстве кирпичных зданий?
146. Что должен обеспечить комплекс работ, поручаемых бригаде при строительстве кирпичных зданий, после его окончания?
147. Что обеспечивает подготовку кирпичного здания под оштукатуривание?
148. Какие работы выполняются после окончания второго цикла?
149. Какой процесс является ведущим во втором цикле?

150. В зависимости от чего фронт работ при выполнении второго цикла разбивается на захватки?
151. Чем обычно ограничиваются захватки в плане?
152. Чему равна высота яруса в кирпичном здании или в здании из монолитного бетона?
153. В каком случае высота яруса равна двум этажам?
154. Что обычно принимается за захватку в домах длиной до 100 м?
155. Что делается одновременно с монтажом каркаса и ограждающих конструкций на одной захватке, на другой захватке?
156. Что необходимо предусматривать при составлении графика монтажных работ?
157. Когда планируется организация санитарно-технических и электромонтажных работ?
158. Производство каких работ увязывается с общестроительными и отделочными?
159. Когда можно планировать начало отделочных работ?
160. Сколько этапов планируется для осуществления специальных работ?
161. До каких работ выполняется первый этап специальных работ?
162. Когда планируется завершение второго этапа специальных работ?
163. Что включает первый этап санитарно-технических работ?
164. Когда планируется начало второго этапа санитарно-технических работ?
165. Какие работы включает второй этап санитарно-технических работ?
166. Какие работы включает первый этап электромонтажных работ?
167. Чем завершается первый этап электромонтажных работ?
168. Когда планируется начало второго этапа электромонтажных работ?
169. Когда завершается второй этап электромонтажных работ?
170. Какие работы включает третий цикл?
171. Кокой цикл составляют отделочные работы в здании?
172. Какие работы должны быть выполнены до начала отделочных работ?
173. Какими бригадами производятся штукатурные работы?
174. Для каких работ используют специализированные бригады?
175. В зависимости от чего отделочные работы выполняются параллельным или поточным методом?
176. Что принимается за захватку при производстве штукатурных работ?
177. Чему равен шаг потока при выполнении штукатурных работ поточным методом?
178. Когда выполняют плиточные работы?
179. Какие работы выполняют в одном цикле со штукатурными?
180. Какие работы выполняют в санузлах по окончании штукатурных работ и подготовки под полы?
181. После каких работ производится облицовка стен плиткой в санузлах?
182. После выполнения каких работ в санузлах устраивается пол из плитки?
183. Когда устраивают цементную стяжку под полы в санузлах?
184. Какие бригады устраивают цементную стяжку под полы в санузлах?
185. Каким методом выполняются малярные работы?

186. На сколько этапов разбивают малярные работы?
187. Какие работы входят в состав первого этапа малярных работ?
188. В какой этап малярных работ входят шпаклевка и окраска потолков, окраска лоджий, наружных откосов окон, подготовка под оклейку обоями, под окраску стен и столярных изделий?
189. Когда можно начинать настилку паркета (паркетной доски и т.п.), линолеума с пришивкой плинтусов?
190. Какие работы можно начинать вслед за последним «мокрым» процессом?
191. Какой процесс считается последним «мокрым»?
192. Что открывается по мере выполнения первого этапа малярных работ?
193. Какие работы составляют второй этап малярных работ?
194. В какой этап малярных работ входят работы по оклейке стен обоями, покраске стен и столярных изделий за последний раз?
195. Когда планируется начало малярных работ по лестничным клеткам?
196. Какие работы следует начинать после окончания малярных работ по квартирам?
197. Чем завершается второй этап малярных работ?
198. Что завершается шлифовкой паркета и окраской плинтусов?
199. Чем достигается совмещение штукатурных и плиточных, малярных и паркетных, малярных и спецработ?
200. Для чего фронт работ разделяется в пределах секции, этажа, а возможно, и квартиры?
201. Как должен выполняться второй этап малярных работ?
202. В какие сроки должен выполняться второй этап малярных работ?
203. Перед чем должен выполняться второй этап малярных работ?
204. Чем следует руководствоваться при увязке (совмещении) работ?
205. Что означает принцип поточности?
206. В зависимости от чего одноэтажные промышленные здания подразделяют на три разновидности?
207. Разновидности одноэтажных промышленных зданий.
208. Какими объектами считаются здания легкого и среднего типов?
209. Во сколько циклов планируется возведение зданий легкого и среднего типов?
210. Чем осуществляется каждый цикл возведения здания?
211. Какие параметры имеет здание тяжелого типа?
212. Что является особенностью зданий тяжелого типа?
213. Когда обычно планируется монтаж оборудования в зданиях тяжелого типа?
214. Что является решающим при установлении продолжительности объектного потока по возведению здания тяжелого типа?
215. Какие работы выполняются при возведении подземной части одноэтажного промышленного здания?
216. Во сколько приемов производится обратная засыпка при строительстве одноэтажных производственных зданий?
217. От чего зависит, за сколько приемов осуществляется обратная засыпка фундаментов под колонны?

218. Когда фундамент под колонны засыпается первый раз?
219. До какой отметки засыпается фундамент под колонну второй раз?
220. Во сколько приемов в промышленных зданиях устраивается бетонная подготовка под полы?
221. Как устраивается бетонная подготовка под полы за первый прием?
222. Для чего устраивается бетонная подготовка под полы за первый прием?
223. Что может перемещаться по бетонной подготовке под полы, устроенной за первый прием?
224. Где устраивается подготовка под полы за второй прием?
225. Где устраивается подготовка под полы за третий прием?
226. С чем должен согласовываться размер захваток надземной части здания?
227. Что обеспечивает постоянство границ захваток?
228. Что сокращает постоянство границ захваток?
229. Что включают работы по возведению надземной части одноэтажного промышленного здания?
230. Какой процесс является ведущим при возведении надземной части одноэтажного промышленного здания?
231. Как осуществляется монтаж сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий?
232. Что принимается за захватку при монтаже одноэтажных промышленных зданий?
233. Какой метод монтажа используется при фундаментах стаканного типа?
234. За сколько проходов ведется монтаж одноэтажного промышленного здания?
235. Когда следует начинать работы по устройству стеновых ограждений?
236. Когда, как правило, устраивается кровля?
237. В каких случаях кровля может устраиваться параллельно с монтажом стеновых ограждений?
238. Какими звеньями выполняется каждый слой кровли?
239. Что включает в себя четвертый этап?
240. С учетом чего производится разделение графика строительного процесса событиями на отдельные работы при составлении графика производства работ?
241. Что необходимо определить для каждой работы при составлении графика производства работ?
242. Что разрабатывается одновременно с построением сетевого графика?
243. Что позволяет сделать одновременная разработка сетевого графика и карточки-определителя?
244. В соответствии с чем и после чего заполняется столбец «Наименование работ»?
245. Исходя из чего должна устанавливаться продолжительность механизированных работ?
246. После чего ведется расчет продолжительности ручных работ?
247. В соответствии с чем определяется продолжительность ручных работ?
248. В какой форме первоначально строится сетевая модель?

ЗАНЯТИЕ 17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

1. Основные показатели календарного планирования.
2. Дополнительные показатели календарного планирования.

Выбор вариантов решения разработанных календарных планов строительства зданий и сооружений производится на основе системы технико-экономических показателей. Базой для сравнения служат нормы, установленные задания, аналогичные проекты, а при разработке календарного плана в нескольких вариантах – сравнение их между собой.

Основным показателем для оценки календарного плана является **продолжительность строительства**. Продолжительность строительства по разработанному календарному плану сравнивают с действующими нормами. При сокращении продолжительности строительства необходимо рассчитать сумму экономического эффекта от ее сокращения.

Кроме основного показателя календарный план производства работ можно оценить по ряду дополнительных показателей.

Трудоемкость общая и удельная. Удельная трудоемкость – отношение суммарных трудозатрат на строительстве здания или сооружения, чел. -дн., к общему объему работ на данном объекте, выраженному в соответствующих, характерных для данного здания или сооружения показателях (1 м² жилой площади, 1 м³ строительного объема здания):

$$K_{тр} = \frac{\text{Общая трудоемкость возведения объекта}}{\text{Строительный объем, Площадь объекта, Длина линейных сооружений}}.$$

Выработка определяется делением физических объемов работ на трудоемкость возведения объекта:

$$K_{выр} = \frac{\text{Объем конструкций здания, 1 м}^2 \text{ площади, 1 м}^3 \text{ объема}}{\text{Общая трудоемкость возведения объекта}}.$$

Скорость строительства объекта – отношение строительного объема здания (жилой площади) к общей продолжительности строительства объекта:

$$K_{скор} = \frac{\text{Строительный объем здания (м}^3\text{), Площадь (1 м}^2\text{)}}{\text{Общая продолжительность строительства объекта}}.$$

Совмещенность строительных процессов – отношение суммарной продолжительности всех основных строительных процессов к общей продолжительности строительства объекта:

$$K_{сов} = \frac{\text{Сумма продолжительности всех основных строительных процессов, дн.}}{\text{Общая продолжительность строительства объекта, дн.}}.$$

Равномерность движения рабочих на объекте – отношение максимального количества рабочих, занятых на строительстве объекта, к среднему числу рабочих:

$$K_{рав} = \frac{\text{Максимальное число рабочих занятых на строительстве объекта}}{\text{Среднее число рабочих}}.$$

Энерговооруженность рабочих, занятых на выполнении ведущего процесса, определяется отношением суммарной мощности двигателей машин (кВА) по ведущему процессу к количеству рабочих, занятых на выполнении работ ведущего процесса:

$$K_{э.в.} = \frac{\text{Суммарная мощность двигателей машин (кВ · А), выполняющих ведущий процесс}}{\text{Количество рабочих, занятых на выполнении работ ведущих процессов}}.$$

Выработка ведущего механизма (крана), выраженная через количество готовой продукции (строительный объем здания или площадь), приведенная к 1 тонне паспортной грузоподъемности крана за смену:

$$K_{в.м.} = \frac{\text{Строительный объем здания или Производственная площадь}}{\text{Время работы крана × Паспортная грузоподъемность крана, т}}.$$

Показатель напряженности сетевого графика определяется отношением суммарной продолжительности критических работ в сети к суммарной продолжительности всех действительных работ и ожиданий в сети:

$$K_{нап с.г.} = \frac{\text{Суммарная продолжительность критических работ в сети}}{\text{Суммарная продолжительность всех действительных работ и ожиданий в сети}}.$$

Показатель критического времени в сетевом графике определяется отношением длины критического пути к суммарной продолжительности выполнения всех строительных процессов при их последовательном выполнении:

$$K_{кр.вр.} = \frac{T_{кр}}{\sum_{i=1}^n t_{i-j}} 100\% .$$

Показатель резерва времени сетевого графика определяется отношением суммы частных резервов времени к длине критического пути:

$$K_{рез.вр.} = \frac{\sum r_{i-j}}{T_{кр}} 100\% .$$

Показатель сложности сетевого графика производства работ определяется отношением количества всех работ (действительные, зависимости, ожидания) к числу событий сетевого графика:

$$K_{сл} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{i-j}}{\sum_{j=1}^n N_c} 100\% .$$

Технико-экономические показатели календарного планирования приведены в табл. 17.1.

Таблица 17.1

Технико-экономические показатели календарного планирования

Наименование	Величина	
	Расчет	Норма
1. Общая продолжительность строительства		
2. Трудоемкость работ		
3. Удельная трудоемкость – $K_{тр}$		
4. Выработка – $K_{выр}$		
5. Скорость строительства объекта – $K_{скор}$		
6. Совмещенность строительных процессов – $K_{сов}$		
7. Равномерность движения рабочих на объекте – $K_{рав}$		
8. Энерговооруженность рабочих – $K_{э.в.}$		
9. Выработка ведущего механизма – $K_{в.м.}$		
10. Показатель напряженности сетевого графика – $K_{нап с.г.}$		
11. Показатель критического времени – $K_{кр.вр.}$		
12. Показатель резерва времени – $K_{рез.вр.}$		
13. Показатель сложности сетевого графика – $K_{сл}$		

Вопросы для самоконтроля

1. На основе чего производится выбор варианта решения календарного плана?
2. Для чего служит система технико-экономических показателей?
3. Что служит базой для сравнения вариантов?
4. Для чего служат нормы, установленные задания, аналогичные проекты?
5. Как сравниваются календарные планы, разработанные в нескольких вариантах?

6. Основной показатель для оценки календарного плана.
7. Чем служит продолжительность строительства?
8. С чем сравнивают продолжительность строительства по разработанному календарному плану?
9. Что необходимо сделать при сокращении продолжительности строительства?
10. Когда рассчитывается эффект от сокращения продолжительности строительства?
11. Какие показатели являются дополнительными?
12. Что такое удельная трудоемкость?
13. В каких единицах определяется удельная трудоемкость?
14. Как называется отношение суммарных трудозатрат на строительство здания или сооружения к общему объему работ на данном объекте, выраженному в соответствующих, характерных для данного здания или сооружения показателях?
15. Как определяется общая расчетная трудоемкость?
16. Как определяется общая нормативная трудоемкость?
17. Что такое выработка?
18. Какой показатель определяется делением физических объемов работ на трудоемкость?
19. Что такое скорость строительства?
20. Что определяется отношением строительного объема здания, его площади к общей продолжительности строительства объекта?
21. Что такое совмещенность строительных процессов?
22. Что определяется отношением суммарной продолжительности всех основных строительных процессов к общей продолжительности строительства объекта?
23. Что определяется отношением максимального количества рабочих, занятых на строительстве объекта, к среднему числу рабочих?
24. Что такое энерговооруженность рабочих?
25. Что определяется отношением суммарной мощности двигателей машин по ведущему процессу к количеству рабочих, занятых на выполнении работ ведущего процесса?
26. Что такое выработка ведущего механизма?
27. Что выражается через количество готовой продукции, приходящейся на 1 тонну паспортной грузоподъемности за смену?
28. Что такое показатель напряженности сетевого графика?
29. Что определяется отношением суммарной продолжительности критических работ в сети к суммарной продолжительности всех действительных работ и ожиданий?
30. Что такое показатель критического времени в сетевом графике?
31. Какой показатель определяется отношением длины критического пути к суммарной продолжительности выполнения всех строительных процессов при их последовательном выполнении?
32. Что такое показатель резерва времени?
33. Какой показатель определяется отношением суммы частных резервов времени к длине критического пути?
34. Что такое показатель сложности сетевого графика?
35. Какой показатель определяется отношением количества всех работ к числу событий сетевого графика?

ЗАНЯТИЕ 18

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА В СОСТАВЕ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

3. Общие принципы проектирования стройгенплана.
4. Исходные данные и состав стройгенплана.
5. Последовательность разработки стройгенплана.
6. Размещение и привязка механизмов.
7. Размещение приобъектных складов.
8. Размещение временных зданий.
9. Расчет площадей приобъектных складов.
10. Общие положения по расчету временных зданий и охране природы.
11. Техничко-экономические показатели стройгенплана.

Строительным генеральным планом (стройгенпланом, СГП) называют план площадки, выделенной для строительства объекта.

На СГП указываются:

- границы строительной площадки и виды ее ограждения;
- действующие и временные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации;
- постоянные и временные дороги, схемы движения транспорта и механизмов по территории стройплощадки;
- места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия;
- размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений;
- опасные зоны;
- пути и средства подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также входы в здания и сооружения;
- размещение источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров;
- места расположения устройств для удаления строительного мусора;
- площадки и помещения для складирования материалов и конструкций;
- площадки укрупнительной сборки конструкций;
- расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, мест отдыха;
- зоны выполнения работ повышенной опасности.

При проектировании СГП необходимо соблюдать следующие принципы:

1. Решения СГП должны быть увязаны со всеми разделами проекта, в особенности с принятой технологией работ и сроками строительства, установленными графиком производства работ.

2. Решения СГП должны отвечать требованиям строительных нормативов.

3. Временные здания, сооружения и установки, кроме мобильных, располагают на территориях, не предназначенных под застройку до конца строительства.

4. Решения СГП должны обеспечивать рациональное прохождение грузопотоков по площадке. Расстояние перевозки должно быть минимальным, как и количество перевозок.

5. СГП должен обеспечивать наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работающих на строительстве.

6. Принятые в СГП решения должны отвечать требованиям существующих нормативов РБ.

7. Затраты на временное строительство должны сводиться к минимуму.

Для сложных зданий и сооружений СГП может составляться на различные стадии и этапы их возведения (подготовительный период, возведение подземной, надземной частей зданий) и даже отдельные виды работ (земляные, монтаж конструкций, кровельные и т.д.).

Исходными данными для разработки СГП служат:

1. Решения строительного генерального плана в составе ПОС.
2. Календарный план производства работ.
3. Технологические карты.

В курсовом и дипломном проекте разрабатывается, как правило, объектный стройгенплан на стадии возведения надземной части здания, но не разрабатывается СГП в составе ПОС. Поэтому вместо СГП в составе ПОС приходится использовать генеральный (ситуационный) план с нанесенными существующими сооружениями, дорогами и инженерными сетями.

Графическая часть. Графическая часть СГП в составе ППР выполняется, как правило, в масштабе 1:200 и 1:500. Объектный СГП уточняет принципиальные решения, принятые в общеплощадочном СГП, и как всякий рабочий чертеж, должен иметь детальные и исчерпывающие данные, необходимые для его реализации. Поэтому для всех зданий, сооружений и складских площадок, размещаемых на стройплощадке, должны указываться размеры и привязка к осям строящегося объекта. Кроме того, должны

быть указаны ширина дорог, радиус закругления, противопожарные разрывы, пути перемещения механизмов и т.д.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать уточненные расчеты и обоснования потребности строительства во временном строительном хозяйстве на основе натуральных физических объемов работ, определенных по данным рабочей документации, а также конкретные технические решения по выбору строительных машин, механизированных установок, временных зданий, сооружений и др. При выборе тех или иных устройств должны учитываться конкретные возможности строительной организации.

Обычно СГП разрабатывается в следующей последовательности:

- наносится сетка квадратов, реперов и постоянных коммуникаций, имеющиеся на строительной площадке здания, сооружения и строящиеся объекты;
- предварительно определяются возможные границы строительной площадки;
- размещаются строительные краны и подъемники, пути их перемещения, производственные установки, зоны работы кранов и подъемников и опасные зоны;
- размещаются склады строительных конструкций, материалов и площадки укрупнительной сборки;
- выполняется расчет складского хозяйства;
- рассчитывается потребность в специализированных транспортных средствах и определяются пути их движения к местам складирования;
- размещаются инвентарные административные, культурно-бытовые и производственные помещения, используемые для нужд строительства, наносятся пути подъезда и подходы к ним;
- выполняется расчет временных зданий и сооружений;
- наносятся трассы временных внутрипостроечных дорог, проездов и проходов для пешеходов;
- определяются границы строительной площадки;
- проектируются сети энерго-, водо-, теплоснабжения и канализации;
- указываются места размещения бункеров для приемки растворенной и бетонной смеси;
- разрабатываются мероприятия по выполнению нормативных требований, предъявляемых к строительству нормативами РБ;
- рассчитываются ТЭП СГП.

Размещение объектов временного строительного хозяйства следует начинать с размещения монтажных и грузоподъемных механизмов, так как их расположением, прежде всего, определяются все остальные решения СГП.

Пути передвижения монтажных кранов располагаются, как правило, вдоль зданий, что исключает образование «мертвых зон». При строительстве здания, имеющего прямоугольную форму в плане, путь движения крана следует располагать с одной из наиболее протяженных сторон, где нет входов в здание, или с обеих сторон. К установке крана с обеих сторон прибегают в случае, когда ширина здания превышает вылет крюка крана, а также когда сроки работ требуют концентрации машин на фронте работ.

Привязка подкрановых путей осуществляется в поперечном и продольном направлениях к осям строящегося объекта.

Поперечная привязка принимается из технологической карты на возведение коробки здания. При выполнении продольной привязки подкрановых путей в первую очередь необходимо определить крайние стоянки. Для определения крайних стоянок крана последовательно производят засечки на оси передвижения крана в следующей последовательности:

- из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противоположной башенному крану, радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана (рис. 18.1);

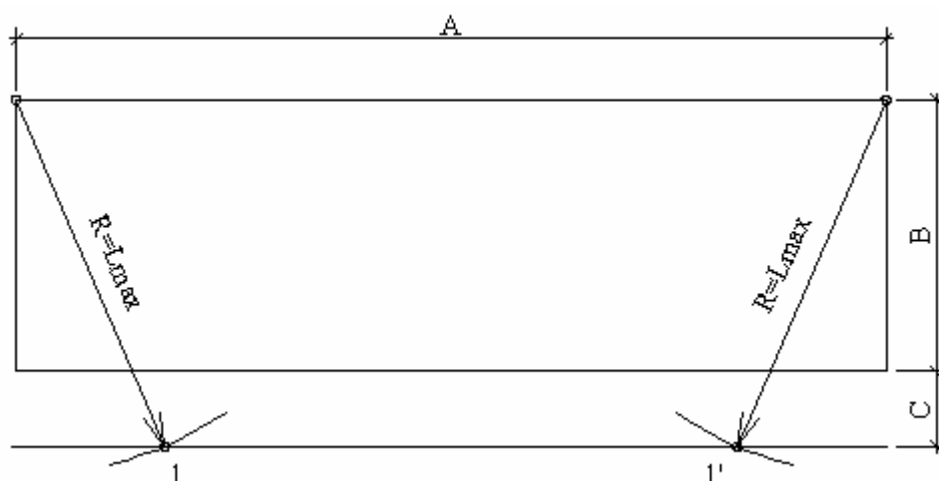


Рис. 18.1. Определение крайних стоянок из условия максимального рабочего вылета стрелы крана

- из середины внутреннего контура здания радиусом, соответствующим минимальному вылету стрелы крана (рис. 18.2);

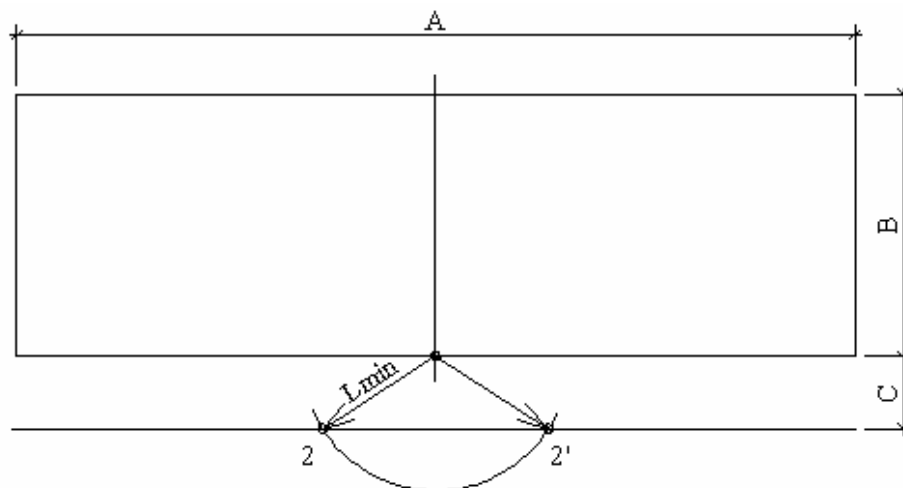


Рис. 18.2. Определение крайних стоянок из условия минимального вылета стрелы крана

– из центра тяжести наиболее тяжелых элементов радиусом, соответствующим вылету стрелы для данной грузоподъемности, согласно грузовым характеристикам крана (рис. 18.3).

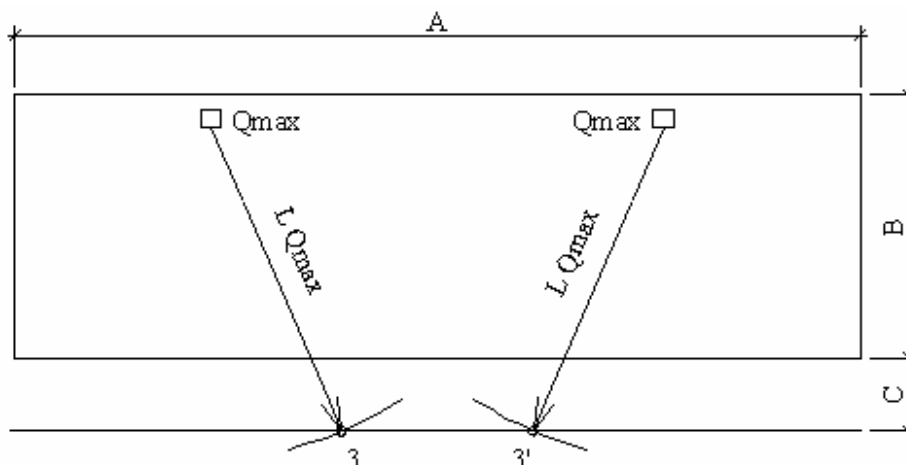


Рис. 18.3. Определение крайних стоянок из условия подъема наиболее тяжелых элементов

Расстояние между наиболее удаленными засечками (1-1' или 2-2' или 3-3') определяет положение крана в крайних стоянках и определяет длину подкрановых путей:

$$L_{nn} = l_{кр} + B_{кр} + 2l_{тор} + 2l_{туп},$$

где L_{nn} – длина подкрановых путей (м); $l_{кр}$ – расстояние между крайними стоянками крана (м), определяется по чертежу; $B_{кр}$ – длина базы крана (м), определяется по паспортным характеристикам крана; $l_{тор}$ – величина тормозного пути крана, принимается не менее 1,5 м; $l_{туп}$ – расстояние от конца рельса до тупикового упора, равно 0,5 м.

Тогда

$$L_{пп} \geq l_{кр} + B_{кр} + 4.$$

Определяемую длину подкрановых путей корректируют в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, т.е. 6,25 м.

Привязку ограждений подкрановых путей производят исходя из необходимости соблюдения безопасного расстояния между конструкциями крана и ограждения.

Расстояние от оси ближайшего к ограждению рельса до ограждения подкрановых путей

$$l_{кп} = (R_{пов} - 0,5l_{кк}) + l_{без},$$

где $R_{пов}$ – радиус поворотной платформы (м); $l_{кк}$ – ширина колеи крана (м); $l_{без}$ – безопасное расстояние, принимается 0,7 м.

Привязку крана оформляют в соответствии с рис. 18.4.

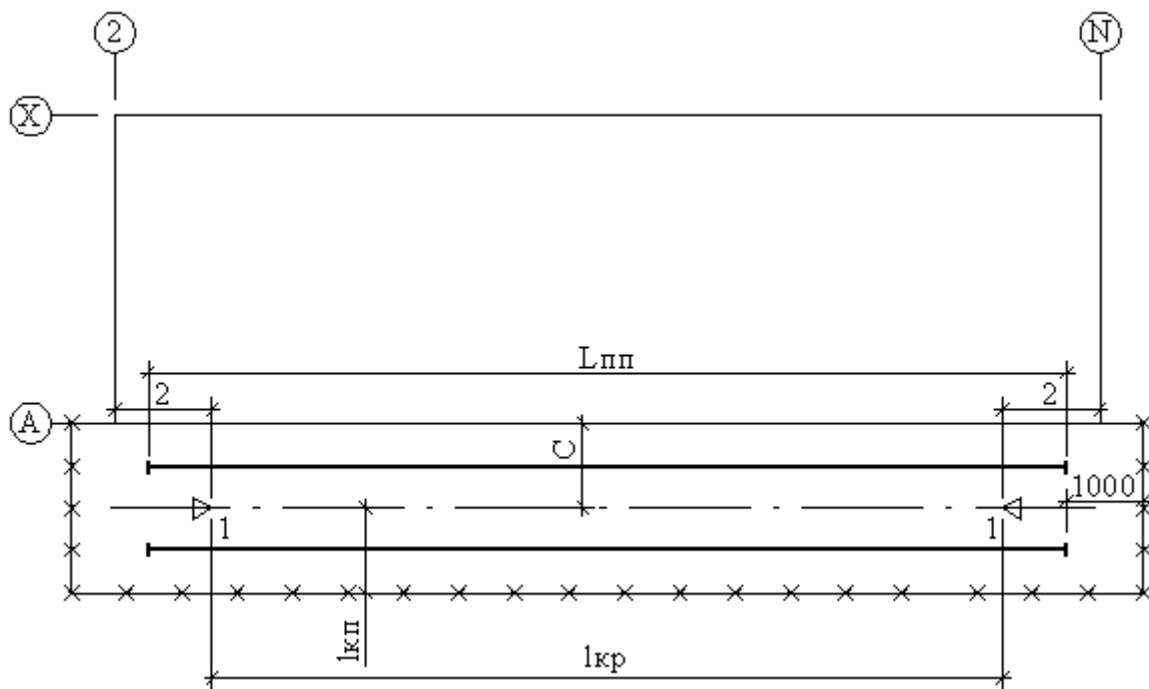


Рис. 18.4. Привязка подкрановых путей: 1 – крайние стоянки крана; 2 – привязка крайней стоянки к поперечной оси здания

Для самоходных кранов число стоянок определяется графически с таким расчетом, чтобы зоны работы кранов со всех стоянок перекрывали площадь, на которой ведутся монтажные работы. При этом число стоянок и путь передвижения крана должны быть минимальными. Для стреловых кранов привязывают все стоянки.

При совместной работе на объекте нескольких кранов (в том числе башенных, находящихся на одних или разных подкрановых путях) или кранов с другими механизмами для производства строительно-монтажных работ для обеспечения безопасной совместной работы определяются и указываются промежуточные стоянки.

В целях создания условий безопасного ведения работ действующие нормативы выделяют различные зоны (рис. 18.5):

- монтажную;
- работы крана;
- перемещения груза (опасная);
- опасную зону подкрановых путей;
- зону работы подъемника;
- опасную зону дороги.

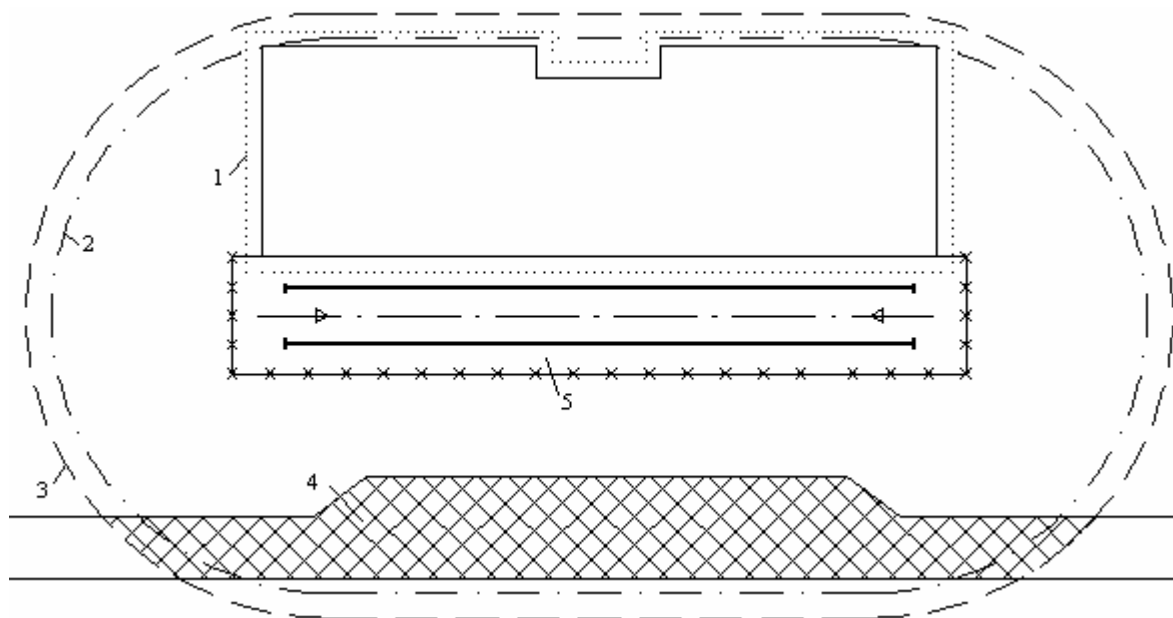


Рис. 18.5. Опасные зоны при работе крана: 1 – монтажная зона; 2 – зона работы крана; 3 – опасная зона; 4 – опасная зона дороги; 5 – опасная зона подкрановых путей

Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов.

Зоной работы крана (рабочая зона) называют пространство, находящееся внутри фигуры, ограниченной линией, описываемой крюком крана.

Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом минимального расстояния отлета при его падении.

Опасная зона подкрановых путей – это территория, внутри которой запрещено нахождение людей (кроме машиниста) и размещение механизмов, электрощитов и т.д.

Опасная зона дорог – участки подъездов и подходов в пределах указанных зон, где могут находиться люди, не участвующие в совместной с краном работе, осуществляется движение транспортных средств или работа других механизмов.

Размещение приобъектных складов должно производиться с учетом расположения подъездных дорог и подъездов от основных транспортных магистралей к местам приемки и выгрузки материалов, полуфабрикатов и др. Приобъектные склады сборных элементов, укрупненных конструкций должны находиться в зоне действия крана.

Зарытые склады располагают у границы зоны действия крана. Навесы для хранения столярных изделий, рулонных и других материалов размещают в зоне действия крана, обеспечив к нему подъезд автотранспорта, площадку для разгрузки материалов и разворота транспортных средств. Материалы, требующиеся в большом количестве, распределяют по всему фронту работ. При этом потребная площадь склада по ведомости расчета должна соответствовать сумме принятых площадей, размещенных на стройгенплане.

Размещение механизированных установок должно увязываться с размещением складов и кранов. При этом следует учитывать, что бетоно- и растворосмесительные установки являются такими объектами строительного хозяйства на строительной площадке, расположение которых определяет основной объем внутриплощадочных перевозок.

Внутрипостроечные дороги на строительной площадке должны обеспечивать бесперебойную работу складов и механизированных установок.

Устройство временных внеплощадочных и внутриплощадочных дорог допускается только при невозможности использования для нужд строительства постоянных существующих и запроектированных дорог.

Недопустимо размещение временных дорог над подземными сетями и в непосредственной близости к проложенным и подлежащим прокладке надземным коммуникациям.

Выбор топологии дорог и их параметров (протяженность, размещение, покрытие) должен осуществляться на основе схемы движения автотранспорта на строительной площадке, предусматривающей беспрепятственный проезд всех автотранспортных средств в обслуживаемые зоны.

При организации строительного производства должно предусматриваться своевременное строительство постоянных и временных дорог.

Временные производственные, санитарно-бытовые, административные здания складского назначения должны размещаться таким образом, чтобы обеспечивались безопасные и удобные подходы к ним для рабочих и максимальная блокировка зданий между собой. Временные здания необходимо приближать к действующим коммуникациям в следующем порядке:

- к канализации;
- к водоснабжению;
- к электроснабжению;
- к телефонной линии.

Санитарно-бытовые и административные здания, а также подходы к ним следует располагать вне опасных зон действия строительных машин, механизмов и транспорта. Бытовые помещения следует располагать с наветренной стороны относительно господствующих ветров на расстоянии не менее 50 м от объектов, выделяющих пыль, вредные газы и т.д.

Санитарно-бытовые помещения следует размещать вблизи входов на строительную площадку для того, чтобы рабочие могли пользоваться ими до и после работы, минуя опасные зоны.

Гардеробные, умывальные, душевые, помещения для сушки одежды можно размещать в одном здании. На СГП должны быть указаны габариты временных зданий, их привязка в плане, места подключения коммуникаций. В экспликации временных зданий и сооружений необходимо указать:

- номер здания;
- размер в плане;
- объем здания в натуральных измерителях;
- марку и конструктивную характеристику временного здания.

Площадь склада зависит от вида, способа хранения материалов и их количества. На стадии ППР площади приобъектных складов рассчитывают детально исходя из фактических размеров складироваемых ресурсов с соблюдением правил безопасности и противопожарных требований.

Расчетный запас материалов ($P_{скл}$) определяется по формуле

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} T_n K_1 K_2, \quad (18.1)$$

где $P_{общ}$ – общий расход данного вида материала в соответствующих физических единицах; T – период потребления материала в днях; в ППР период потребления определяется по данным календарного плана производства работ; T_n – норма запаса материала в днях; в ППР запас хранения для конкретного объекта определяется исходя из принятого темпа работ в размере потребности на определенную конструктивно-технологическую часть

здания (захватка, участок),; K_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления материала; зависит от вида используемого транспорта; для железнодорожного и автомобильного транспорта $K_1 = 1,1$; K_2 – коэффициент неравномерности потребления, $K_2 = 1,3$.

Требуемая площадь склада определяется по формуле

$$S_{mp} = \frac{P_{скл}}{qK_n}, \quad (18.2)$$

где q – количество материалов, изделий и конструкций, укладываемых на 1 м^2 площади склада, принимается по нормам складирования; K_n – коэффициент использования склада, учитывающий проезды, проходы;

при открытом складировании $K_n = 0,5 - 0,7$;

для навесов $K_n = 0,5 - 0,6$;

для закрытых складов $K_n = 0,6 - 0,7$.

Расчет выполняется в табличной форме (табл. 18.1).

Таблица 18.1

Расчет и проектирование складов в составе ППР

№ п/п	Наименование материала	Общий расход материалов, $P_{общ}$	Период потребления, T , дн.	Норма запаса, T_n , дн.	Коэффициенты неравномерности		Расчетный запас материала, $P_{скл}$	Количество материала на 1 м^2 склада, q	Коэффициент использования площади склада, K_n	Расчетная площадь склада, S_{mp} , м^2
					K_1	K_2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Открытые склады										
Навесы										
Закрытые склады										

Площадь склада на СГП объекта принимается на календарный период производства работ, соответствующий периоду максимального одновременного хранения конструкций и материалов. При этом необходимо учитывать использование одних и тех же складских площадей для последовательного размещения материалов с учетом календарного плана производства работ. С учетом этого определяется необходимая площадь, на основании которой выбирается количество площадок, навесов и закрытых складов с определением их конкретных размеров. Данные по складам сводятся в табл. 18.2.

Таблица 18.2

Экспликация складов

Вид склада	Площадь склада		Размер в плане	Характеристики (использованный типовой проект)
	Необходимая	Принятая		
1	2	3	4	5

*Общие положения по расчету временных зданий
на строительной площадке*

Общее количество работающих на строительстве складывается из четырех категорий:

- рабочие (P);
- инженерно-технические работники (I);
- служащие (C);
- младший обслуживающий персонал.

Количество работающих в наиболее многочисленную смену

$$N_{\max} = 1,67 N_{\max}^{cp}, \quad (18.3)$$

где N_{\max} – количество работающих в наиболее многочисленную смену;

N_{\max}^{cp} – максимальная численность рабочих в смену (отражено на эпюре движения рабочих после оптимизации).

Расчет площадей временных зданий ведется в табличной форме.

В соответствии с ТКП 45-1.03-161-2009 необходимо предусмотреть мероприятия по безопасности труда и охране окружающей среды.

Экономичность выбранного решения СГП определяется системой ТЭП. Поэтому на СГП приводятся следующие технико-экономические показатели:

1. Площадь строительной площадки, m^2 .
2. Площадь застройки проектируемого здания, m^2 .
3. Площадь застройки временных зданий и сооружений, m^2 .
4. Протяженность временных инженерных сетей, м.
5. Протяженность ограждения, м.
6. Протяженность временных дорог, км.
7. Коэффициент, характеризующий отношение площади застройки временными сооружениями к площади застройки проектируемыми зданиями – $K_{п.в.}$, %.

8. Коэффициент компактности стройгенплана, равный отношению площади застройки проектируемыми зданиями к площади стройплощадки – $K_{КС}^1$, %.

9. Коэффициент компактности стройгенплана, равный отношению площади застройки временными сооружениями к площади стройплощадки – $K_{КС}^2$, %.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое СГП?
2. Как называется план площадки, выделенной для строительства объекта?
3. Где указываются границы строительной площадки и виды ее ограждений?
4. Обязательно ли на стройгенплане показывать действующие и временные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации?
5. На каком плане показываются постоянные и временные дороги и схемы движения транспорта и механизмов?
6. В каком документе показываются места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия?
7. В каком документе можно найти размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений?
8. В каком документе указаны опасные зоны, пути и средства подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также показаны входы в здание?
9. В каком документе можно найти размещение источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки?
10. Где указаны места расположения устройств для удаления мусора?
11. Какой документ определяет расположение площадок и помещений складирования материалов и конструкций, площадок укрупнительной сборки конструкций?
12. Где показано расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания и мест отдыха?
13. Какие принципы необходимо соблюдать при проектировании СГП?
14. С чем должны быть увязаны решения СГП?
15. Какие решения должны быть увязаны с принятой технологией работ и сроками строительства, установленными графиком производства работ?
16. Чему должны отвечать решения СГП?
17. Какие решения должны отвечать требованиям строительных нормативов?
18. Где должны располагаться временные здания, сооружения и установки, кроме мобильных?
19. Что располагают на территориях, не предназначенных под застройку до конца строительства?
20. Что должны обеспечивать решения СГП?
21. Какими должны быть расстояния перевозки грузов?
22. В соответствии с чем обеспечивается наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работающих на строительстве?
23. Что означает термин «наиболее полное удовлетворение»?
24. Каким требованиям должны отвечать решения, принятые на СГП?
25. Что должно отвечать требованиям существующих нормативов РБ?
26. К чему должны сводиться затраты на временное строительство?

27. Что сводится к минимуму при разработке СГП?
28. Для каких зданий и сооружений СГП может разрабатываться на различные стадии и этапы их возведения?
29. Что служит исходными данными для разработки СГП?
30. Для разработки какого документа необходимы решения СГП в составе ПОС?
31. Для разработки какого документа необходим календарный план производства работ?
32. Для разработки какого документа необходимы решения технологических карт?
33. В каком масштабе обычно разрабатывается СГП в составе ППР?
34. Какие решения уточняет объектный СГП?
35. Какие данные должен содержать объектный СГП?
36. Для чего необходимы данные объектного СГП?
37. Что должны иметь все здания, сооружения и складские площадки, размещаемые на стройплощадке?
38. К чему на СГП должны быть привязаны элементы, размещаемые на нем?
39. Что на СГП привязывается к осям строящегося здания?
40. Какие размеры должны быть приведены на объектном СГП?
41. Что должна содержать расчетно-пояснительная записка?
42. Что должно учитываться при выборе тех или иных устройств?
43. Где должны содержаться конкретные технические решения по выбору строительных машин, механизированных установок?
44. Где должны содержаться конкретные технические решения по выбору временных зданий, сооружений и т.д.?
45. Какая последовательность обычно применяется при разработке СГП?
46. Что делается в первую очередь при разработке объектного СГП?
47. Что делается после нанесения сетки квадратов, реперов, постоянных коммуникаций и имеющихся на строительной площадке зданий, сооружений и строящегося объекта?
48. Когда предварительно определяются возможные границы строительной площадки?
49. В соответствии с чем на СГП размещаются краны?
50. При размещении чего показывают пути перемещения кранов?
51. Когда можно показать зону работы крана и опасную зону?
52. После определения чего делается размещение складов строительных конструкций, материалов и площадок укрупнительной сборки?
53. После чего определяются границы строительной площадки?
54. С чего начинается размещение объектов временного строительного хозяйства?
55. Расположение чего определяет все решения СГП?
56. Как следует располагать пути передвижения монтажных кранов?

57. Каким приемом исключается образование «мертвых зон»?
58. Почему путь передвижения монтажного крана располагается, как правило, вдоль здания?
59. Где необходимо располагать путь движения крана при строительстве здания, имеющего прямоугольную форму в плане?
60. Как по отношению к входам в здание располагается путь движения крана?
61. В каких случаях необходимо располагать монтажные механизмы с двух сторон здания?
62. В каких случаях необходимо устанавливать для монтажа здания несколько кранов?
63. К чему приводится привязка подкрановых путей?
64. В каких направлениях приводится привязка подкрановых путей?
65. Что означает привязка подкрановых путей?
66. На основании какого документа осуществляется поперечная привязка монтажного крана?
67. Что указывается в технологической карте на возведение коробки здания?
68. Что в первую очередь необходимо определить при выполнении продольной привязки подкрановых путей?
69. Для чего необходимо определять крайние стоянки крана?
70. Каким методом определяются крайние стоянки крана?
71. Чему равен радиус окружности, описываемой из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противоположной башенному крану?
72. Из каких точек описывается окружность радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана?
73. Чему равен радиус окружности, описываемой из середины внутреннего контура здания?
74. Из какой точки описывается окружность радиусом, соответствующим минимальному рабочему вылету стрелы крана?
75. Из каких точек описывается окружность радиусом, соответствующим грузоподъемности для монтажа наиболее тяжелых элементов?
76. Какие точки принимаются за крайние стоянки?
77. Какое расстояние определяет длину подкрановых путей?
78. Больше какой суммы должна быть длина подкрановых путей?
79. Как производится корректировка длины подкрановых путей?
80. Чему должна быть кратна длина подкрановых путей?
81. Чему равна длина полузвена подкрановых путей?
82. Исходя из чего производится привязка ограждений подкрановых путей?
83. На что влияет расстояние между конструкциями крана и ограждением подкрановых путей?
84. От чего зависит расстояние от оси ближайшего к ограждению рельса до ограждения подкрановых путей?

85. Каким методом определяется число стоянок самоходных кранов?
86. На основе какого расчета определяется число стоянок самоходного крана?
87. Что должны перекрывать рабочие зоны самоходных кранов со всех стоянок?
88. Чем должна перекрываться площадь здания, на которой ведутся монтажные работы?
89. Каким должно быть число стоянок самоходного крана?
90. Какой длины должен быть путь самоходного крана?
91. Какие стоянки самоходного крана привязываются?
92. Для каких кранов производится привязка всех стоянок?
93. В каких случаях для башенных кранов производится привязка всех стоянок?
94. Что указывается на СГП при работе нескольких кранов на объекте (в том числе башенных, находящихся на одних или разных подкрановых путях)?
95. Что выделяется на СГП в целях создания условий безопасного ведения работ?
96. Что такое монтажная зона?
97. Как показывается пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов?
98. Что такое зона работы крана?
99. Как называется пространство, находящееся внутри фигуры, ограниченной линией, описываемой крюком крана?
100. Что такое опасная зона работы крана?
101. Как называется пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом минимального расстояния отлета при его падении?
102. Что такое опасная зона подкрановых путей?
103. Как называется территория, внутри которой запрещено нахождение людей (кроме машиниста крана) и размещение механизмов, электрощитов и т.д.?
104. Что такое опасная зона дорог?
105. С учетом чего должно производиться размещение приобъектных складов?
106. Что размещается с учетом расположения подъездных дорог и подъездов от основных транспортных магистралей к местам приемки и выгрузки материалов?
107. Где должны находиться приобъектные склады сборных элементов?
108. Какие склады должны находиться в зоне действия крана?
109. Где располагают закрытые склады?
110. Какие склады располагают у границы зоны действия крана?
111. Где располагают навесы?
112. К каким складам необходимо обеспечить подъезд автотранспорта, площадку для разгрузки материалов и разворота транспортных средств?
113. Как располагают материалы, требующиеся в большом количестве?
114. Какие материалы располагают по всему фронту работ?
115. Чему должна соответствовать потребная площадь склада по ведомости расчета?
116. С чем должно увязываться размещение механизированных установок?

117. Что увязывается с размещением складов и кранов?
118. Размещение чего определяет основной объем внутриплощадочных перевозок?
119. Что следует учитывать при расположении бетоно- и растворосмесительных установок?
120. Что должны обеспечить внутрипостроечные дороги на строительной площадке?
121. Что обеспечивает бесперебойную работу складов и механизированных установок?
122. В каких случаях допускается устройство временных внеплощадочных и внутрипостроечных дорог?
123. Что устраивается на стройплощадке при невозможности использования для нужд строительства постоянных существующих и запроектированных дорог?
124. Где недопустимо размещение временных дорог?
125. На основе чего должен осуществляться выбор топологии дорог и их параметров?
126. Что осуществляется на основе схемы движения автотранспорта на строительной площадке?
127. Что должна предусматривать схема движения автотранспорта на строительной площадке?
128. Что должно предусматриваться при организации строительного производства?
129. Когда должно предусматриваться своевременное строительство постоянных и временных дорог?
130. Каким образом должны размещаться временные производственные, санитарно-бытовые, административные здания и здания складского назначения?
131. В каком порядке необходимо приближать временные здания к действующим коммуникациям?
132. Где необходимо размещать санитарно-бытовые и административные здания, а также подходы к ним?
133. Что располагается вне опасных зон действия строительных машин?
134. На каком расстоянии с наветренной стороны располагаются бытовые помещения по отношению к объектам, выделяющим пыль, вредные газы и т.д.?
135. С какой стороны располагаются бытовые помещения по отношению к объектам, выделяющим пыль, вредные газы и т.д.?
136. Где следует располагать санитарно-бытовые помещения?
137. Что располагается вблизи входов на строительную площадку?
138. Для чего бытовые помещения располагают вблизи входов на строительную площадку?
139. Какие помещения можно размещать в одном здании?
140. Что должно быть указано на СГП для временных зданий?
141. Что указывается в экспликации для временных зданий?

142. Где указывается номер временного здания?
143. Где указывается размер здания в плане?
144. Где указывается объем здания в натуральных измерителях?
145. Где указываются марка и конструктивная характеристика временного здания?
146. От чего зависит площадь склада?
147. Что зависит от вида, способа хранения материалов и их количества?
148. Исходя из чего рассчитывают площади приобъектных складов на стадии ППР?
149. От чего зависит расчетный запас материалов?
150. На основе чего в ППР определяется период потребления материалов?
151. В каких единицах измеряется период потребления материалов?
152. Что в ППР определяется по данным КП производства работ?
153. Исходя из чего в ППР определяется норма запаса материала?
154. В каких единицах определяется норма запаса материала?
155. В каком размере определяется норма запаса материала?
156. Что в ППР определяется на основе потребности на определенную конструктивно-технологическую часть здания (захватку, участок)?
157. От чего зависит коэффициент, учитывающий неравномерность поступления материала?
158. От чего зависит требуемая площадь здания?
159. Какая величина принимается по нормам складирования?
160. Что учитывает коэффициент использования склада?
161. На какой период рассчитывается площадь склада на СГП?
162. Что необходимо учитывать при расчете складских площадей?
163. Как можно использовать одни и те же складские площади?
164. С учетом чего используются одни и те же складские площади?
165. С учетом чего определяется необходимая площадь складов?
166. На основании чего выбирается количество площадок складирования, навесов и закрытых складов?
167. Из каких категорий складывается общее количество работающих на строительстве?
168. Чему равно количество работающих в наиболее многочисленную смену?
169. На основе чего определяется экономичность выбранного решения СГП?
170. Какие технико-экономические показатели приводятся на СГП?
171. Единица измерения коэффициента, характеризующего отношение площади застройки временными сооружениями к площади застройки проектируемыми зданиями.
172. Единица измерения коэффициента компактности стройгенплана.
173. Как называется отношение площади застройки проектируемым зданием к площади стройплощадки?
174. Как называется отношение площади застройки временными сооружениями к площади стройплощадки?

ЗАНЯТИЕ 19

СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА МОНТАЖА С ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

1. Основы метода монтажа с транспортных средств.
2. Техническая документация для организации монтажа зданий с транспортных средств.
3. Разработка почасового графика монтажа конструкций.
4. Разработка почасового графика доставки элементов.

Способ монтажа с транспортных средств характеризуется тем, что отдельные элементы сборных конструкций возводимого сооружения доставляют на строительную площадку непосредственно под крюк монтажного крана. На строительной площадке отсутствует промежуточный склад конструкций и рабочие-монтажники, последовательно снимая с транспортных средств строительные детали, устанавливают их в проектное положение.

Монтаж с транспортных средств широко применяется при возведении однотипных объектов и при монтаже большого количества однотипных конструкций.

Такой метод монтажа является практически единственным возможным в условиях застройки отдельными зданиями реконструируемых густонаселенных районов города, когда устраивать приобъектные склады нельзя из-за отсутствия свободной территории вокруг возводимого сооружения.

Для правильной организации монтажа здания с транспортных средств должны быть предварительно выполнены следующие работы:

- закончено возведение постоянной (или временной) дороги для сквозного проезда вдоль всего фронта монтируемого здания;
- установлен, опробован и введен в действие башенный (или другой) кран;
- обеспечена доставка на строительную площадку мелких сборных железобетонных, закладных и других деталей, раствора и т.п.;
- устроено освещение всей площадки для строительства, проездов, рабочих мест монтажников;
- подготовлен необходимый монтажный инструмент, приспособления и средства для обеспечения техники безопасности;

- организованы специализированные и комплексные бригады;
- технический персонал детально ознакомлен с методами монтажа, проведен инструктаж рабочих по технике безопасности;
- разработана вся техническая документация по монтажу здания и передана строительным, транспортным организациям и заводам-поставщикам.

Для организации монтажа здания с транспортных средств разрабатывается техническая документация, состоящая из двух частей:

- типовая, имеющая характер норматива для всех домов данного типа;
- оперативная, разрабатываемая на небольшой отрезок времени (неделю, декаду, месяц), регламентирующая поставки деталей в течение определенного срока по часовым графикам на объект.

Типовая документация содержит:

1. Поэлементные монтажные планы с нанесением нумерации элементов в технологической последовательности монтажа.
2. Сменные почасовые графики доставки и монтажа сборных элементов.
3. Комплектующую ведомость поставки сборных элементов типового корпуса для монтажа с транспортных средств, разрабатываемую на весь период монтажа.
4. Стройгенплан с указанием грузопотоков транспорта и мест стоянки.

Оперативная документация включает:

1. Директивный график монтажа сборных зданий, составляемый на планируемый период (месяц, квартал).
2. Оперативный почасовой график доставки сборных элементов, составляемый на каждую неделю для каждого завода-поставщика и для каждого объекта.
3. Сводную комплектующую ведомость, составляемую для каждого завода-поставщика отдельно.

Технологическая последовательность монтажа принимается в зависимости от конструктивных решений здания.

Почасовой график монтажа конструкций намечает распределение рабочего времени монтажников и монтажного крана на установке отдельных элементов согласно действующим нормативным документам. При распределении рабочего времени по часам и минутам смены учитывается возможность сохранения посменного режима работы с перерывами на обед. Установка монтажного элемента должна быть закончена в пределах

работы одной смены. Указанные требования можно соблюдать, принимая для отдельных элементов различные проценты перевыполнения норм выработки.

Все строительные процессы и операции, выполняемые при монтаже конструкций, по условиям использования монтажного крана можно разделить на две группы.

К первой относятся такие процессы и операции, для выполнения которых участие монтажного крана обязательно. Участие крана может быть активным, как, например, подача монтажного элемента к месту установки, или пассивным – поддержание элемента по условиям техники безопасности в период его выверки и т.п.

Ко второй группе относятся процессы, для выполнения которых монтажный кран не требуется: замоноличивание стыков, сварка элементов и т.п.

Время начала и окончания установки монтажного элемента находится в зависимости от сроков выполнения процессов, отнесенных к первой группе. Поэтому в почасовом графике отмечают те процессы, которые выполняются монтажным краном или при его содействии, а процессы, отнесенные ко второй группе, в почасовой график можно не включать.

Доставка конструкций на строительную площадку может осуществляться тремя способами:

1. Маятниковый способ: с непрерывной работой тягача с прицепом

По этой схеме количество прицепов N_n и тягачей N_m равно

$$N_m = N_n = \frac{\frac{2L}{v_{cp}} + t_{ман} + \sum_{i=1}^n t_{ni} + \sum_{i=1}^{n-1} t_{mi}}{\sum_{i=1}^n t_{mi}} K_{\epsilon}.$$

2. Челночный способ со сменой прицепа на строительной площадке, $N_n = N_m + 1$:

$$N_m = \frac{\frac{2L}{v_{cp}} + t_{ман} + \sum_{i=1}^n t_{ni} + 2t}{\sum_{i=1}^n t_{mi}} K_{\epsilon}.$$

3. Челночный способ со сменой прицепа на строительной площадке и заводе, $N_n = N_m + 2$:

$$N_m = \frac{\frac{2L}{v_{cp}} + t_{ман} + 4t}{\sum_{i=1}^n t_{mi}} K_{\epsilon},$$

где n – количество одновременно перевозимых элементов; t_{mi} – время на монтаж i -того элемента, ч; t_n – время на погрузку i -того элемента, ч; L – расстояние перевозки, км; v_{cp} – средняя скорость перевозки с учетом порожнего и груженого ходов (км/ч). С целью сохранения в пути крупногабаритных и тяжелых сборных конструкций скорость движения автомобильного транспорта не должна превышать нормативную: в городе – 19 – 21 км/ч, за городом – 25 – 39 км/ч; $t_{ман}$ – время маневрирования на площадке, $t_{ман} = 5$ мин (0,08 ч); t – время на одну сцепку прицепа, $t = 5$ мин (0,08 ч); K_{ϵ} – коэффициент использования машин по времени,

$$K_{\epsilon} = \frac{K_{\epsilon.кр}}{K_{\epsilon.авт}};$$

$K_{\epsilon.кр} = 0,89$ – коэффициент использования монтажных кранов по времени (для кранов с электроприводом), $K_{\epsilon.авт} = 0,7$ – коэффициент использования автотранспорта по времени.

Выбор машин производят по массе и типу перевозимых конструкций.

В этом примере используем первую схему доставки элементов при помощи автомашины ЗИЛ-150 с прицепом. За один рейс перевозится 5 элементов, $t_n = 5$ мин (0,08 ч). Дальность транспортирования – 10 км. Средняя скорость движения – 40 км/ч.

Требуемое количество транспортных единиц

$$N_m = N_n = \frac{\frac{2 \cdot 10}{40} + 0,08 + 5 \cdot 0,08 + (0,33 + 0,33 + 0,25 + 0,25)}{(0,33 + 0,33 + 0,25 + 0,25 + 0,25)} \cdot \frac{0,89}{0,7} = 1,93.$$

Принимаем два состава.

Время на погрузку пяти элементов – 25 мин. Время для проезда с учетом выполнения маневрирования:

- завод → стройплощадка – 25 мин;
- стройплощадка → завод – 15 мин.

На рис. 19.1 приведен почасовой график монтажа сборных конструкций.

Построение графика доставки элементов

Первые элементы должны быть доставлены на строительную площадку в 8^{15} , следовательно, 1-й автомобиль должен быть в это время на площадке, с учетом времени транспортировки он должен выехать с завода $8^{15} - 25 \text{ мин} = 7^{50}$, а значит, прибыть на завод под погрузку – в $7^{50} - 25 \text{ мин} = 7^{25}$. Со стройки он выезжает после монтажа 4-х элементов и снятия 5-го, т.е. в 9^{25} , и отправляется на завод, куда прибудет в $9^{25} + 15 \text{ мин} = 9^{40}$.

Время окончания монтажа 5-го элемента – 9^{40} , к этому времени должен прибыть второй поезд, который должен выйти с завода в $9^{40} - 25 \text{ мин} = 9^{15}$, стать под погрузку в $9^{15} - 25 \text{ мин} = 8^{50}$. Со стройки второй поезд выезжает после монтажа 9-го элемента и снятия 10-го, т.е. в 10^{40} , на завод он прибудет в $10^{40} + 15 \text{ мин} = 10^{55}$.

Ко времени окончания монтажа 10-го элемента в 10^{55} должен прибыть 1-й состав со вторым рейсом, для чего он должен выехать с завода в $10^{55} - 25 \text{ мин} = 10^{30}$, а стать под погрузку в $10^{30} - 25 \text{ мин} = 10^{05}$. В это время он находится уже на заводе и у него резерв времени $10^{05} - 9^{40} = 25 \text{ мин}$. Со стройплощадки он отправляется после монтажа 14-го и снятия 15-го элемента в 12^{00} , на заводе он будет в $12^{00} + 15 \text{ мин} = 12^{15}$.

Второй состав со вторым рейсом должен быть на площадке в 13^{15} . Выезд с завода $13^{15} - 25 \text{ мин} = 12^{50}$, под погрузкой $12^{50} - 25 \text{ мин} = 12^{25}$. Выезд со стройплощадки после монтажа 19-го и подъема 20-го элемента в 14^{05} , на заводе он будет в $14^{05} + 15 \text{ мин} = 14^{20}$.

Первый состав с третьим рейсом должен быть на стройплощадке в 14^{20} . Выезд с завода $14^{20} - 25 \text{ мин} = 13^{55}$, под погрузкой $13^{55} - 25 \text{ мин} = 13^{30}$. Выезд со стройплощадки после монтажа 24-го и подъема 25-го элемента в 15^{20} , на эту смену он больше не нужен.

Второй состав с третьим рейсом должен быть на площадке после монтажа 25-го элемента в 15^{30} . Выезд с завода $15^{30} - 25 \text{ мин} = 15^{05}$, под погрузкой $15^5 - 10 \text{ мин} = 14^{55}$ (так как в эту смену осталось только два элемента; если монтаж ведется и в следующую смену, то можно загружать еще элементы для следующей смены). После монтажа 26-го элемента в 15^{45} он освобождается.

Имеющиеся резервы времени у автотранспорта используются для обеденного перерыва водителей либо на других объектах.

На рис. 19.2 приведен почасовой график доставки элементов на одну смену.

Смена	Условный автомобиль	№ рейса	Наименование элементов	Марка элементов	Количество за рейс	Завод-изготовитель	График движения			
							Прибытие на завод	Выезд с завода	Прибытие на стройку	Выезд со стройки
I		1	Стеновые блоки	СБ 21-8 СБ 36-8	2 3		7 ²⁵	7 ⁵⁰	8 ¹⁵	9 ²⁵
		2		СБ 21-5 СБ 36-8	1 4		(9 ⁴⁰) 10 ⁰⁵	10 ³⁰	10 ⁵⁵	12 ⁰⁰
		3		СБ 36-9 СБ 24-12 СБ 24-8	3 1 1		(12 ¹⁵) 13 ³⁰	13 ⁵⁵	14 ²⁰	15 ²⁰
II		1	Стеновые блоки	СБ 36-8 СБ 24-12	4 1		8 ⁵⁰	9 ¹⁵	9 ⁴⁰	10 ⁴⁰
		2		СБ 24-12 СБ 24-8 СБ 36-9	2 2 1		(10 ⁵⁵) 12 ²⁵	12 ⁵⁰	13 ¹⁵	14 ⁰⁵
		3		СБ 24-12 СБ 36-8	1 1		(14 ²⁰) 14 ⁵⁵	15 ⁰⁵	15 ³⁰	15 ⁴⁵

Рис. 19.2. Почасовой график доставки элементов (на одну смену)

Вопросы для самоконтроля

1. Чем характеризуется монтаж с транспортных средств?
2. При каком способе строительства отдельные элементы сборных конструкций возводимого сооружения доставляются на строительную площадку непосредственно под крюк монтажного крана?
3. При каком способе строительства на стройплощадке отсутствует промежуточный склад конструкций?
4. В каких случаях рекомендуется использовать монтаж с транспортных средств?
5. Какой метод желательно использовать при возведении однотипных объектов и при монтаже большого количества однотипных конструкций?
6. Какой метод единственно возможный в условиях застройки отдельными зданиями реконструируемых густонаселенных районов города?
7. Какие работы должны быть предварительно выполнены для правильной организации монтажа зданий с транспортных средств?
8. К какому моменту должно быть закончено возведение постоянной (или временной) дороги для сквозного проезда вдоль всего фронта монтируемого здания?
9. Какая документация разрабатывается для организации монтажа здания с транспортных средств?
10. Из каких частей состоит документация для организации монтажа здания с транспортных средств?
11. Какой характер имеет типовая документация?
12. Какая документация имеет характер норматива для всех домов данного типа?
13. На какой отрезок времени разрабатывается оперативная документация?
14. Какая документация регламентирует поставки деталей в течение определенного срока по часовым графикам на объект?
15. Что входит в состав типовой документации?
16. Что наносится на поэлементный монтажный план?
17. В какой последовательности нумеруются элементы на поэлементном монтажном плане?
18. Какие почасовые графики входят в состав типовой документации?
19. На какой период разрабатывается комплектующая ведомость поставки сборных элементов типового корпуса для монтажа с транспортных средств?
20. Что должно быть указано на СГП в составе типовой документации?
21. Что входит в состав оперативной документации?
22. На какой период составляется директивный график монтажа сборных зданий?
23. На какой период составляется почасовой график доставки сборных элементов?
24. Для кого составляется оперативный почасовой график доставки сборных элементов?
25. Что в оперативной документации составляется для каждого завода-поставщика и для каждого объекта?
26. Какая ведомость входит в состав оперативной документации?
27. Для кого составляется сводная комплектующая ведомость?
28. В зависимости от чего принимается технологическая последовательность монтажа?
29. Что намечает почасовой график монтажа?

30. Какой график намечает распределение рабочего времени монтажников и монтажного крана на установке отдельных элементов в соответствии с действующими нормативными документами?
31. Что учитывается при распределении рабочего времени по часам и минутам смены?
32. Когда должна быть закончена установка монтажного элемента?
33. Что должно быть закончено в пределах одной смены?
34. Какие требования нужно соблюдать, принимая для отдельных элементов различные проценты перевыполнения норм выработки?
35. На какие группы можно разбить строительные процессы и операции, выполняемые при монтаже конструкций, по условиям использования монтажного крана?
36. Какие процессы по условиям использования монтажного крана относятся к первой группе?
37. Какие процессы по условиям использования монтажного крана относятся ко второй группе?
38. Что такое активное участие крана?
39. Каким является участие крана при подаче монтажного элемента к месту установки?
40. Что такое пассивное участие крана?
41. Каким является участие крана при поддержании элемента по условиям охраны труда?
42. К какой группе относятся такие процессы, как замоноличивание стыков, сварка элементов и т.д.?
43. От процессов какой группы зависит время начала и окончания установки монтажного элемента?
44. Что зависит от сроков выполнения процессов, отнесенных к первой группе?
45. Какие процессы отмечают в почасовом графике монтажа?
46. Какие процессы можно не включать в почасовой график?
47. Какими способами можно осуществлять доставку конструкций на строительную площадку?
48. Как работает тягач с прицепом при маятниковом способе?
49. Как связано количество тягачей с количеством прицепов при маятниковом способе?
50. Какие разновидности челночной схемы используются при доставке конструкций на строительную площадку?
51. Чему равно количество прицепов при челночном способе доставки конструкций со сменой прицепа на строительной площадке?
52. Чему равно количество прицепов при челночном способе доставки конструкций со сменой прицепа на строительной площадке и заводе?
53. От чего зависит количество тягачей при маятниковом способе доставки конструкций?
54. От чего зависит количество тягачей при челночном способе со сменой прицепа на строительной площадке?
55. От чего зависит количество прицепов при челночном способе со сменой прицепа на строительной площадке и на заводе?
56. От чего зависит величина коэффициента использования машин во времени?
57. На основании чего производится выбор машин для перевозки конструкций?

ЗАНЯТИЕ 20

ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ПОСТУПЛЕНИЯ И РАСХОДА РЕСУРСОВ

1. Назначение эпюр поступления и расхода ресурсов.
2. Разновидности эпюр поступления и расхода ресурсов.
3. Решение задач.

На основе графиков производства работ определяется потребность в ресурсах, т.е. разрабатываются графики распределения ресурсов. Движение ресурсов обычно показывают в форме эпюр.

Эпюры ресурсов наглядно показывают уровень потребности, расхода, наличия, выявляют недостаток или избыток ресурсов в тот или иной отрезок времени.

Ресурсные графики, дифференциальные или интегральные, строят в осях координат.

По вертикальной оси показывают величину ресурса, а по горизонтальной – время его расхода. Площадь эпюры выражает общий объем ресурса данного вида.

Дифференциальный график отображает расход ресурсов по временным интервалам.

Интегральный график отражает суммарный расход или поступление ресурса с начала планируемого периода. В случае если текущий расход или поставка ресурсов равномерны, интегральный график представляет прямую линию. При неравномерном поступлении или расходе график изображается в виде ломаной линии.

Построение эпюр ресурсов в ПОС обычно осуществляется в виде графиков освоения капитальных вложений, а в календарных планах в составе ППР – в виде графиков в натуральных измерителях. При этом график должен быть построен в масштабе времени.

Задача 1

В ПОС запланировано выполнение следующих работ со следующей стоимостью.

Исходные данные ПОС

1	1-9	18 тыс.
2	5-15	22 тыс.
3	10-19	20 тыс.
4	15-23	16 тыс.
5	20-38	18 тыс.
6	24-38	30 тыс.

Для выполнения этих работ в ППР разработан сетевой график со следующим количеством исполнителей и продолжительностью работ.

Исходные данные ППР

№	t_{i-j}	n	№	t_{i-j}	n
1-2	4	8	5-8	9	5
1-3	8	5	5-10	13	7
1-4	9	3	6-10	8	9
2-5	6	4	7-8	0	0
2-7	12	7	7-11	10	5
2-3	0	0	8-11	8	7
3-6	5	4	9-10	4	6
4-6	6	7	10-12	15	5
1-9	10	5	11-12	7	8

Для ПОС построить линейный график строительства и на его основе – график распределения капитальных вложений и график их освоения.

Для ППР в табличной форме произвести расчет сетевого графика и построить его в масштабе времени. На основе масштабного сетевого графика построить график движения рабочих и график трудозатрат.

Задача 2

Разработать суточный и суммарный графики завоза и расхода кирпича, а также дифференциальный график его запаса при условии, что завоз осуществляется равномерно автомобильным транспортом за 3 дня до начала производства работ. На основе графика производства работ кирпичная кладка ведется в течение 24 дней с потреблением следующих объемов кирпича:

с 1 по 3 дн.	14 тыс. шт./дн.	3 дн.
с 4 по 6 дн.	12 тыс. шт./дн.	3 дн.
с 7 по 12 дн.	22 тыс. шт./дн.	6 дн.
с 13 по 15 дн.	30 тыс. шт./дн.	3 дн.
с 16 по 24 дн.	20 тыс. шт./дн.	9 дн.

Суточный график расхода

1	$14 \times 3 = 42$ тыс. шт.
2	$12 \times 3 = 36$ тыс. шт.
3	$22 \times 6 = 132$ тыс. шт.
4	$30 \times 3 = 90$ тыс. шт.
5	$20 \times 9 = 180$ тыс. шт.
	480 тыс. шт.

Дифференциальный график запаса

1	$20 \times 3 = 60$
2	$60 + 20 \times 3 - 14 \times 3 = 78$
3	$78 + 20 \times 3 - 12 \times 3 = 102$
4	$102 + 20 \times 6 - 22 \times 6 = 90$
5	$90 + 20 \times 3 - 30 \times 3 = 60$
6	$60 + 20 \times 6 - 20 \times 6 = 60$
7	$60 - 20 \times 3 = 0$

Интегральный график расхода

1	$42 + 36 = 78$
2	$78 + 132 = 210$
3	$210 + 90 = 300$
4	$300 + 180 = 480$

Среднесуточный расход: $480/24 = 20$ тыс. шт.

Строим графики расхода и завоза кирпича (рис. 20.1).

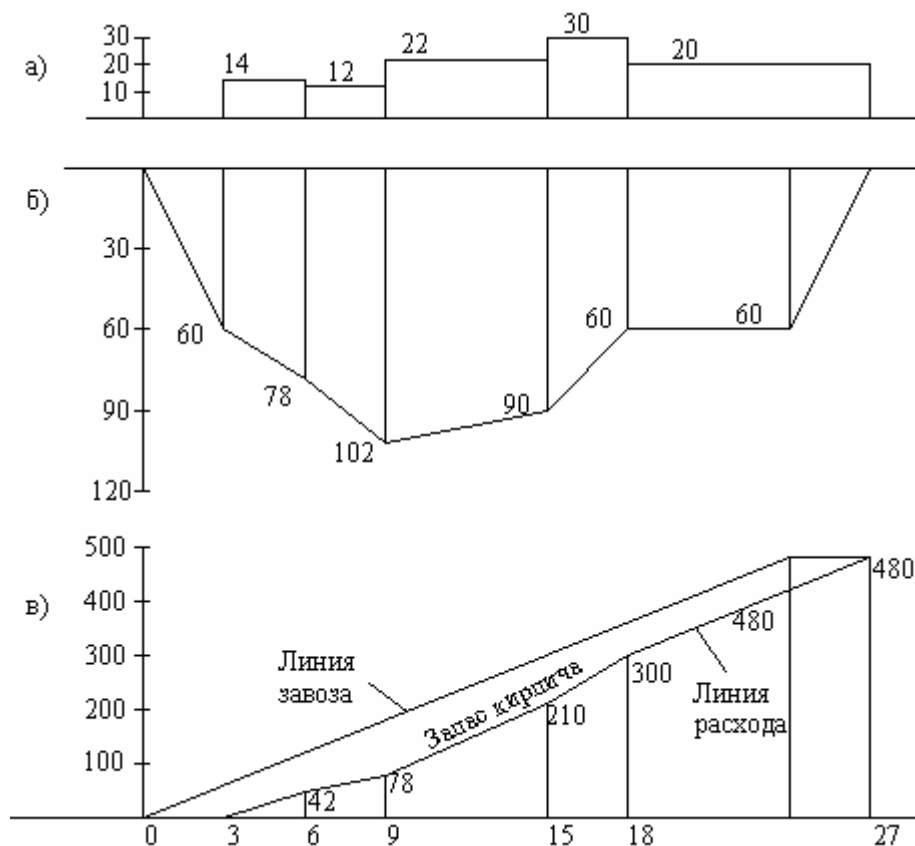


Рис. 20.1. Графики расхода и завоза кирпича: а – суточный график расхода кирпича в дифференциальной форме; б – суточный график наличия кирпича в дифференциальной форме; в – интегральный график запаса кирпича

Задача 3

Составить дифференциальный и интегральный графики завоза 2400 м^3 песка автомобильным транспортом и образующихся запасов, если ежедневный расход предусмотрен планом в следующих размерах:

10 дней	$30 \text{ м}^3/\text{дн.}$
15 дней	$50 \text{ м}^3/\text{дн.}$
15 дней	$35 \text{ м}^3/\text{дн.}$
15 дней	$30 \text{ м}^3/\text{дн.}$
15 дней	$25 \text{ м}^3/\text{дн.}$

Производительность автосамосвала – $20 \text{ м}^3/\text{дн.}$

Дифференциальный график построить для варианта перевозок постоянным числом машин, а интегральный – для случая с переменным числом машин.

Завоз начинается за 5 дней до производства работ.

При построении дифференциального графика (рис. 20.2) над нулевой горизонтальной линией сплошной линией указывается расход, а пунктирной – завоз. Под нулевой линией строится график запаса как разность ежедневно доставляемого объема и израсходованного к определенному периоду.

Строим интегральный график завоза песка (рис. 20.3).

Дифференциальный график		Дифференциальный график запаса	
1	$10 \text{ дн.} \times 30 \text{ м}^3/\text{дн.} = 300 \text{ м}^3$	1	$2 \times 5 \times 20 = 200 \text{ м}^3$
2	$15 \times 50 = 750 \text{ м}^3$	2	$200 + 2 \times 10 \times 20 - 300 = 300 \text{ м}^3$
3	$15 \times 35 = 525 \text{ м}^3$	3	$300 + 2 \times 15 \times 20 - 750 = 150 \text{ м}^3$
4	$15 \times 30 = 450 \text{ м}^3$	4	$150 + 2 \times 15 \times 20 - 525 = 225 \text{ м}^3$
5	$15 \times 25 = 375 \text{ м}^3$	5	$225 + 2 \times 15 \times 20 - 450 = 375 \text{ м}^3$
	2400 м³	6	$375 - 375 = 0 \text{ м}^3$

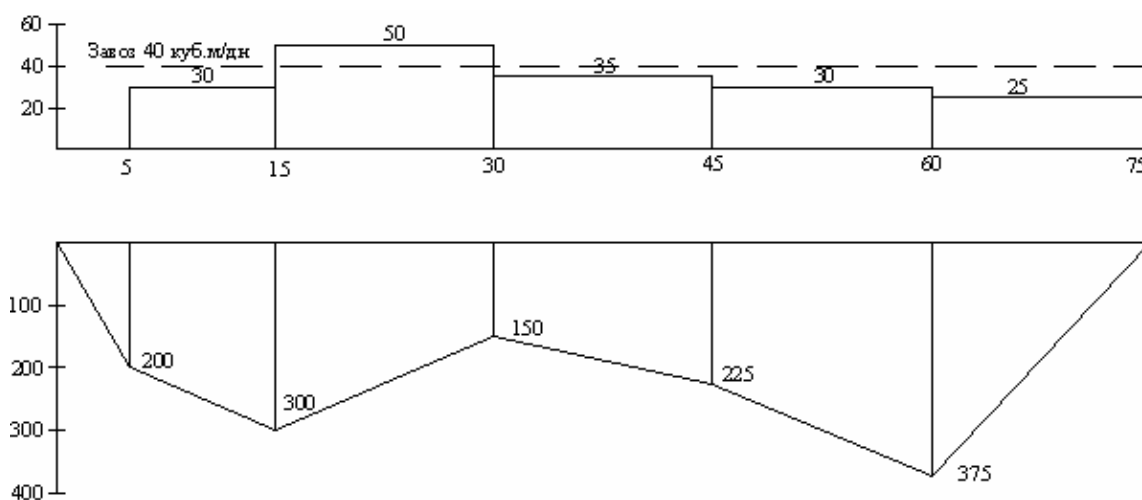


Рис. 20.2. Дифференциальные графики завоза, расхода и запаса песка

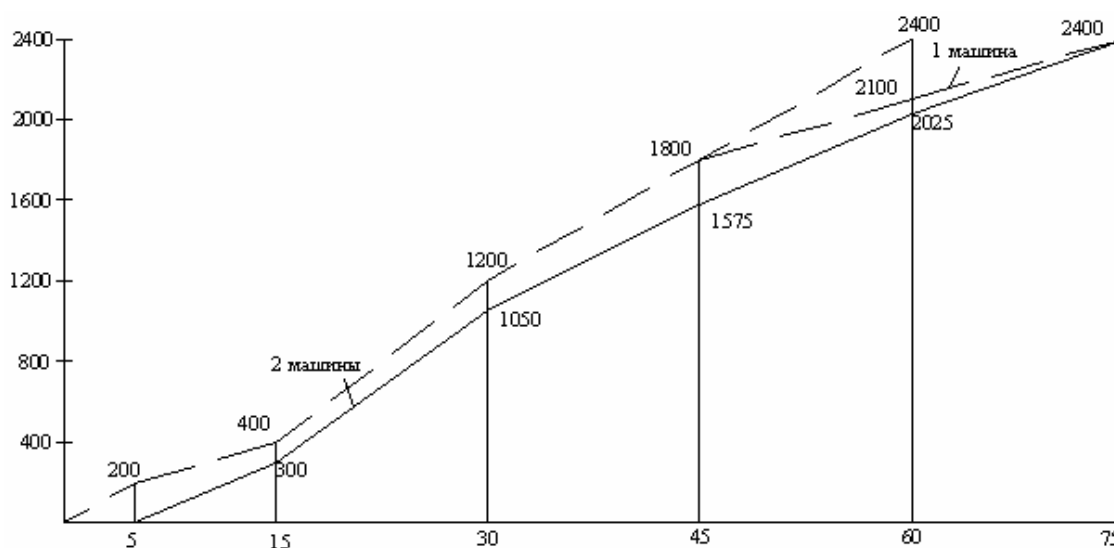


Рис. 20.3. Интегральный график завоза песка

Вопросы для самоконтроля

1. Что делается на основе графика производства работ?
2. На основе чего определяется потребность в ресурсах?
3. Для чего разрабатывается график распределения ресурсов?
4. В какой форме обычно показывается движение ресурсов?
5. Что обычно показывается в форме эпюр?
6. Что наглядно показывают эпюры ресурсов?
7. С помощью чего наглядно показывается уровень потребности, расхода, наличия, недостатка или избытка ресурсов в тот или иной отрезок времени?
8. На основе чего можно определить потребность, расход, наличие, недостаток или избыток ресурсов в тот или иной отрезок времени?
9. В каких осях строят ресурсные графики?
10. Что отображают дифференциальные графики?
11. Какие графики отображают расход ресурсов по временным интервалам?
12. Что откладывается при построении эпюр ресурсов по вертикальной оси?
13. По какой оси показывается величина ресурса?
14. Что откладывается при построении эпюр ресурсов по горизонтальной оси?
15. По какой оси откладывается время расхода ресурсов?
16. Что определяет площадь эпюры ресурсов?
17. Чем определяется общий объем ресурса данного вида?
18. Что отображает интегральный график?
19. Какая эпюра отражает суммарный расход или поступление ресурса с начала планируемого периода?
20. Какую линию представляет интегральный график в случае равномерной поставки ресурсов?
21. Как происходит поступление ресурсов, если интегральный график имеет вид прямой линии?
22. Какой вид имеет интегральный график в случае неравномерного поступления ресурсов?
23. Что означает ломаная линия интегрального графика ресурсов?
24. В каком виде строится эпюра ресурсов в ПОС?
25. В каком виде строится эпюра ресурсов в ППР?
26. В каком документе эпюра ресурсов изображается в виде графика освоения капитальных вложений?
27. В каком документе эпюра ресурсов изображается в виде графика с натуральными измерениями?
28. В каком масштабе строится эпюра ресурсов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства / Л. Г. Дикман. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608 с.
2. Кирнев, А.Д. Организация строительного производства / А.Д. Кирнев. – Ростов-н/Д.: Изд-во «Феникс», 2007. – 259 с.
3. Сухачев, И.А. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организации / И.А. Сухачев. – М.: , Стройиздат, 1989.

Нормативная литература

1. ТКП 45-1.01-159-2009 (02250). Строительство. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – С. 14.
2. ТКП 45-1.03-122-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений. Основные положения. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – С. 9.
3. ТКП 45-1.03-123-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов здравоохранения и образования. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – С. 23.
4. ТКП 45-1.03-124-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов культуры и спорта. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – С. 20.
5. ТКП 45-1.03-125-2008 (02250). Нормы продолжительности строительства объектов агропромышленного комплекса. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – С. 40.
6. ТКП 45-1.03-161-2009 (02250). Организация строительного производства. – Минск: Минстройархитектуры, 2010. – С. 47.
7. ТКП 45-1.03-40-2006 (02250). Безопасность труда в строительстве. Общие требования. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – С. 45.
8. ТКП 45-1.03-44-2006 (02250). Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск: Минстройархитектуры, 2007 – С. 33.
9. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Госстрой СССР, Госплан СССР. – М.: АПП ЦИТП, 1991. – 280 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Занятие 1. Определение норм продолжительности строительства.....	4
Вопросы для самоконтроля	8
Исходные данные для самостоятельной работы.....	9
Занятие 2. Методы организации строительного производства	13
Вопросы для самоконтроля	18
Занятие 3. Основы поточного метода организации строительного производства	19
Вопросы для самоконтроля	23
Занятие 4. Организация специализированного потока с кратным ритмом работы бригады	24
Вопросы для самоконтроля	37
Занятие 5. Организация специализированного потока с разным, но постоянным ритмом работы бригады	38
Вопросы для самоконтроля	43
Занятие 6. Формирование и расчет неритмичных потоков.....	44
Вопросы для самоконтроля	53
Занятие 7. Оптимизация неритмичных потоков и определение рациональной очередности возведения объектов	55
Вопросы для самоконтроля	60
Занятие 8. Основные элементы и правила построения сетевых моделей	61
Вопросы для самоконтроля	68
Занятие 9. Методы расчета сетевых графиков	71
9.1. Расчет сетевого графика по характеристикам событий непосредственно на модели	71
9.2. Расчет сетевого графика табличным методом.....	74
Вопросы для самоконтроля	78
Занятие 10. Особенности построения сетевых графиков при поточном выполнении работ	80
Вопросы для самоконтроля	85
Занятие 11. Построение локальных сетевых графиков. Сшивание сетевых графиков...	86
Вопросы для самоконтроля	90
Занятие 12. Разновидности сетевых графиков	91
Вопросы для самоконтроля	93
Занятие 13. Корректировка сетевого графика по заданным временным ограничениям.	95
Вопросы для самоконтроля	98
Занятие 14. Построение сетевого графика в масштабе времени	99
Вопросы для самоконтроля	102
Занятие 15. Корректировка сетевого графика по трудовым ресурсам	103
Вопросы для самоконтроля	107
Занятие 16. Календарное планирование строительного производства.....	109
Вопросы для самоконтроля	123
Занятие 17. Определение технико-экономических показателей календарного планирования	131
Вопросы для самоконтроля	133
Занятие 18. Последовательность проектирования строительного генерального плана в составе проекта производства работ.....	135
Вопросы для самоконтроля	146
Занятие 19. Составление графика монтажа с транспортных средств	152
Вопросы для самоконтроля	159
Занятие 20. Построение эпюр поступления и расхода ресурсов	161
Вопросы для самоконтроля	165
Литература	166

Учебное издание

ШВЕДОВ Александр Петрович
ШВЕДОВ Иосиф Петрович

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Практические занятия

Учебно-методический комплекс для студентов специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
и слушателей ИПК УО «ПГУ» специальности 1-70 02 71
«Промышленное и гражданское строительство»

Редактор *Т. В. Булах*

Дизайн обложки *В. А. Виноградовой*

Подписано в печать 31.03.2011. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 9,75. Уч.-изд. л. 9,2. Тираж 210 экз. Заказ 575.

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009 ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.